COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT VINGT-TROISIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1896.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1896

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 6 JUILLET 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce que, l'Institut étant définitivement entré en possession des fonds de la fondation Jean-Jacques Berger, les diverses Académies pourront, à partir de 1897, décerner le prix *Jean-Jacques Berger* à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

Pendant une première période de cinq ans, le prix décerné par chacune des cinq Académies sera d'une valeur de *douze mille francs*. A partir de 1902, la valeur du prix annuel sera portée à *quinze mille francs*.

Ce prix sera décerné en 1899 par l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome CXXI des *Comptes rendus*, deuxième semestre de 1895, est en distribution au Secrétariat.

M. **Albert Gaudry**, en présentant un Ouvrage intitulé *Essai de Paléontologie philosophique,* s'exprime en ces termes :

« Le Livre que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie fait suite aux *Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques*. Il est accompagné de nombreuses gravures dont les unes sont empruntées à mes *Enchaînements du monde animal,* dont les autres sont nouvelles et sont dues à mon habile assistant du Muséum, M. Marcellin Boule.

» De tout temps, les philosophes ont discuté sur la formation du monde animé. Il est utile que les paléontologistes apportent à leur tour leur avis sur cette question; car les philosophes n'ont pu présenter que des vues de leur esprit : ils manquaient de bases objectives. Jusqu'à présent, il était difficile dans notre Jardin des Plantes de bien se rendre compte de l'histoire de la vie, parce que les fossiles étaient disséminés dans différents services. Mais on vient d'y construire un musée de Paléontologie où les fossiles seront classés suivant l'époque de leur apparition sur la Terre. On pourra ainsi étudier, dans son ensemble, l'Histoire du monde animé. Un plan domine cette grande et magnifique histoire; nous commençons à en apercevoir quelque chose.

» J'ai d'abord étudié comment le globe a été peuplé; dans les premiers temps, les êtres étaient peu nombreux; ils se sont successivement multipliés. J'ai tâché aussi de montrer qu'ils se sont peu à peu différenciés; chaque époque a vu apparaître des types nouveaux. En même temps, les animaux ont grandi; petits au début, ils ont atteint des dimensions de plus en plus considérables; puis, ils ont diminué.

» Après avoir parlé de ces progrès purement matériels, j'ai parlé de progrès d'un ordre plus élevé : j'ai traité de l'activité. La nature organique n'a pas eu dans les jours primaires la merveilleuse animation que nous admirons actuellement. Elle était silencieuse. La plupart des anciens êtres ont eu une existence plus passive qu'active. L'activité s'est développée lentement pendant le cours des temps géologiques. J'ai fait l'histoire des fonctions de locomotion et des fonctions de préhension à travers les âges.

» Puis, j'ai suivi les progrès des organes des sens dans l'ensemble des êtres qui se sont succédé sur la Terre. J'ai essayé de présenter l'histoire de la vue, de l'ouïe, de l'odorat, du goût, du toucher. J'ai dit aussi quelques mots des sentiments affectifs, notamment de l'amour sexuel et de l'amour maternel.

» Enfin j'ai étudié les progrès de l'intelligence. Les premiers êtres n'en

ont eu que des lueurs. Encore dans l'ère secondaire, la plupart des Vertébrés, et ceux-là même qui ont atteint des dimensions gigantesques, ont été des êtres stupides. Au commencement du Tertiaire, les Mammifères avaient des cerveaux petits et peu compliqués; quand on passe en revue les époques tertiaires, on voit les cerveaux grandir et se compliquer.

» Un long Chapitre est consacré aux applications pratiques de l'étude de l'évolution pour la détermination des âges du globe. Pendant longtemps cette étude a semblé purement spéculative. On admettait que chaque terrain renferme un certain nombre de fossiles qu'on appelait *fossiles caractéristiques*. Pourquoi sont-ils caractéristiques? Personne ne le savait; on ignorait la raison de la rencontre de tel ou tel fossile dans telle ou telle assise. Mais, s'il y a eu évolution régulière du monde animé, chaque changement doit correspondre à une époque déterminée; par conséquent le degré de développement des fossiles nous indique l'âge du terrain où on les trouve.

» J'espère que cet Ouvrage sera favorablement accueilli par les géologues, car, ainsi que je viens de le dire, il fait entrevoir de nouveaux secours pour la détermination des âges du monde. Au point de vue philosophique, il soulève des questions trop hautes et trop difficiles pour rencontrer l'adhésion de tous les esprits. En outre, notre Science est si peu avancée que nous sommes exposés à des erreurs. C'est pourquoi je dois réclamer pour mon livre l'indulgence des naturalistes et des philosophes. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Lois générales du régime uniforme dans les lits à grande section*; par M. **J. Boussinesq.**

« I. Mais bornons-nous ([1]) au cas du *régime uniforme*, où sont nulles les accélérations moyennes locales u'. Alors l'équation (27) se réduit à

$$B_0 u_0^2 \int_\chi f(\eta, \zeta) \frac{d\chi}{\chi} = \frac{\sigma}{\chi} I. \tag{28}$$

Servons-nous en pour éliminer la pente motrice I de (25), et puis divisons (25) et (26) par $k\sqrt{B_0}$. Le système (25), (26) ne contiendra plus comme fonction inconnue, au lieu de $\frac{u}{u_0}$, que l'expression $\frac{1}{k\sqrt{B_0}}\left(\frac{u}{u_0}-1\right)$, tenue de s'annuler au point du contour mouillé où $B = B_0$; et, d'ailleurs,

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1517.

dans ces équations (25), (26) qui la déterminent, il ne figurera plus ni $k\sqrt{B_0}$, ni le rayon moyen. La nouvelle fonction inconnue dépendra donc uniquement des deux coordonnées relatives η, ζ. Désignons-la par $F_1(\eta, \zeta)$; ce qui revient à poser, comme formule exprimant le mode de distribution des vitesses,

$$(29) \qquad \frac{u}{u_0} = 1 + k\sqrt{B_0}\,F_1(\eta, \zeta);$$

et la fonction F_1 sera définie par le système

$$(30) \qquad \begin{cases} \dfrac{d}{d\eta}\left(F\dfrac{dF_1}{d\eta}\right) + \dfrac{d}{d\zeta}\left(F\dfrac{dF_1}{d\zeta}\right) + \displaystyle\int_\chi f\frac{d\chi}{\chi} = 0, \\ (\text{sur le contour})\ F\dfrac{dF_1}{d\nu} = -f,\ (\text{au point de } \chi \text{ où } B = B_0)\ F_1 = 0. \end{cases}$$

» II. Prenons les moyennes des deux membres de (29) dans toute l'étendue de la section σ; et, en appelant U la vitesse moyenne ou vitesse de débit, $\mathfrak{M}F_1$ la valeur moyenne de $F_1(\eta, \zeta)$ dans toute cette étendue, il viendra

$$(31) \qquad \frac{U}{u_0} = 1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1,$$

équation qui permet d'éliminer u_0 de (28) et de relier ainsi la vitesse moyenne U au produit de la pente motrice I par le rayon moyen. Si nous appelons $\mathfrak{M}f$, dans (28), la valeur moyenne de $f(\eta, \zeta)$ le long du contour mouillé χ et que nous posions, pour abréger,

$$(32) \qquad b = \frac{B_0\,\mathfrak{M}f}{(1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1)^2}, \qquad \text{ou} \qquad \frac{1}{\sqrt{b}} = \frac{1}{\sqrt{\mathfrak{M}f}}\frac{1}{\sqrt{B_0}} + \frac{k\,\mathfrak{M}F_1}{\sqrt{\mathfrak{M}f}},$$

nous aurons ainsi la formule usuelle des hydrauliciens,

$$(33) \qquad bU^2 = \frac{\sigma}{\chi}I, \qquad \text{ou} \qquad U = \frac{1}{\sqrt{b}}\sqrt{\frac{\sigma}{\chi}I}.$$

» D'après la seconde relation (32), l'inverse de $\sqrt{b}$, c'est-à-dire le coefficient indiquant combien de fois la vitesse U contient la racine carrée du produit de la pente par le rayon moyen, se compose d'une première partie réciproquement proportionnelle à $\sqrt{B_0}$, ou variable en sens contraire du degré de rugosité des parois, et d'une autre partie indépendante de ce degré. L'étude des cas simples d'une section rectangulaire large et d'une section circulaire ou demi-circulaire, entre lesquels se trouvent à peu près compris tous ceux de la pratique, nous montrera que ce coefficient, ou

même l'inverse b de son carré, est peu variable avec la forme de la section.

» III. Si u_m désigne la vitesse maxima, et η_0, ζ_0 les coordonnées relatives du point de σ où elle se produit, la formule (29), retranchée de ce qu'elle devient en ce point, puis divisée par $\sqrt{B_0 \mathfrak{M} f}$, donnera, vu l'égalité de $u_0\sqrt{B_0 \mathfrak{M} f}$ à $U\sqrt{b}$ d'après (28) et (33),

$$(34)\quad \begin{cases} \dfrac{u_m - u}{U\sqrt{b}} = \dfrac{k}{\sqrt{\mathfrak{M} f}}\left[F_1(\eta_0, \zeta_0) - F_1(\eta, \zeta)\right] \\ \qquad = \dfrac{k}{\sqrt{\mathfrak{M} f}}\left[F_1(\eta_0, \zeta_0) - F_1\left(\dfrac{\chi y}{\sigma}, \dfrac{\chi z}{\sigma}\right)\right]. \end{cases}$$

» Cette relation, où les deux derniers membres sont indépendants du degré absolu de rugosité des parois, a précisément la forme de celle que l'ensemble des observations a suggérée à Darcy et à M. Bazin pour représenter le mode de variation des vitesses aux divers points des sections. Enfin, si l'on appelle K la valeur moyenne du second membre dans toute l'étendue de σ, il vient, pour relier la vitesse moyenne U à la vitesse maxima u_m, la formule de M. Bazin,

$$(35)\qquad \frac{u_m - U}{U\sqrt{b}} = K, \qquad \text{ou} \qquad u_m - U = K\sqrt{bU^2} = K\sqrt{\frac{\sigma}{\chi} I}.$$

» Nous verrons que K a des valeurs notablement différentes dans les deux cas simples d'une section rectangulaire large et d'une section circulaire ou demi-circulaire; il est donc beaucoup plus variable que b avec la forme de la section, comme l'a, du reste, indiqué l'expérience.

» IV. La formule (29) montre que les inégalités relatives de vitesse aux divers points varient, avec le degré absolu de rugosité, proportionnellement à $\sqrt{B_0}$. Donc, en toute rigueur, nous n'aurions pas dû admettre la forme simple $f(\eta, \zeta)$ pour l'expression $\frac{B}{B_0}\left(\frac{u}{u_0}\right)^2$ le long du contour mouillé χ, à moins de faire varier, sur chaque génératrice de la paroi, $\frac{B}{B_0}$ en raison inverse des valeurs qu'y prend $\left(\frac{u}{u_0}\right)^2$ quand B_0 change. Or alors une nouvelle difficulté proviendrait de ce que, les degrés relatifs de rugosité aux divers points ne restant plus les mêmes, l'agitation dans l'intérieur se distribuerait autrement et la fonction $F(\eta, \zeta)$ changerait. Mais, pour des formes très diverses de la section, le rapport $\frac{u}{u_0}$ varie *bien moins* avec η, ζ et par suite,

d'après (29), avec $\sqrt{B_0}$, *le long du contour mouillé* χ, *que dans l'intérieur,* puisque même il s'y réduit à 1 dans les cas élémentaires de tuyaux ou canaux rectangulaires larges et circulaires ou demi-circulaires, à parois homogènes. *On peut* donc, pour toutes les formes dont il s'agit, *supposer ce rapport à très peu près indépendant de* B_0, *sur le contour mouillé* χ, *entre de bien plus larges limites de variation de* $\sqrt{B_0}$ *qu'on ne le pourrait dans l'intérieur;* et cela suffit pour justifier en pratique les formules précédentes [1].

» Si l'on voulait plus de précision, il faudrait regarder le rapport en question comme inconnu, et donner au second membre de (26) la forme $-k\sqrt{B_0}f(\eta,\zeta)\left(\frac{u}{u_0}\right)^2$, où $f(\eta,\zeta)$ désignerait $\frac{B}{B_0}$. Mais alors cette condition au contour ne serait plus linéaire, et le problème, même en attribuant à $F(\eta,\zeta)$ les expressions les plus simples, comme 1, par exemple, deviendrait inabordable, sauf par des procédés d'approximation ou d'interpolation, dans lesquels on ne s'astreindrait qu'à peu près à vérifier la condition au contour [2]. Et il y aurait même encore, comme ci-dessus, à faire varier la fonction $F(\eta,\zeta)$, sur laquelle se répercutent les changements survenus dans le rapport des vitesses aux divers points de la paroi, non moins que ceux du rapport des rugosités.

» V. Nous avons admis jusqu'ici, dans le fluide, une ampleur et une agitation tourbillonnaire suffisantes pour que la partie tant du frottement extérieur que du coefficient ε des frottements intérieurs, due à cette agitation, excède dans une forte proportion celle qui subsisterait seule avec des mouvements bien continus, où les vitesses moyennes locales seraient du même ordre. C'est un cas extrême ou limite, relativement simple, op-

---

(1) D'après les distributions de vitesses, et la forme des courbes d'égale vitesse près de la paroi, observées par M. Bazin dans des tuyaux et canaux à sections rectangulaires (peu larges), trapézoïdales, triangulaires, etc. (Atlas des *Recherches hydrauliques*, Planches XVIII, XXI et XXIII), le rapport $\frac{u}{u_0}$ le long du contour mouillé χ ne s'éloigne pas beaucoup de l'unité, même pour des formes très différentes de celles d'un cercle, d'un demi-cercle ou d'un rectangle de largeur indéfinie; car la courbe d'égale vitesse dont l'équation est, suivant les cas, $u = 0,8\,U$ ou $u = 0,7\,U$ suit de près le contour mouillé, d'un bout à l'autre, du moins quand le degré de rugosité n'est pas énorme.

(2) Voir, au sujet de ces procédés qui peuvent être parfois utiles, le n° 450* de mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (*Calcul intégral, Compléments,* p. 419*).

posé au cas plus simple encore de mouvements bien continus, accessible théoriquement depuis Navier et expérimentalement résolu par Poiseuille. Il y a lieu de supposer que, dans le cas intermédiaire, moins abordable, mais très usuel, de rayons moyens ou de vitesses moyennes assez faibles pour que l'agitation masque en majeure partie les effets du frottement régulier sans les annihiler, les lois de l'écoulement s'écartent un peu des précédentes, dans le sens indiqué par celles de Poiseuille.

» C'est surtout la vitesse moyenne U, dont se déduit le débit, qui offre de l'intérêt. Or, d'après la formule (33) qui la donne, le produit $b = \mathrm{I}\frac{\sigma}{\chi}\frac{1}{\mathrm{U}^2}$ de la pente motrice par le rayon moyen et par l'inverse du carré de la vitesse est constant, tandis que les lois de Poiseuille font ce même produit, lorsqu'on en élimine la pente I, réciproquement proportionnel (pour chaque forme de section) au rayon moyen et à la vitesse U. Donc, dans le cas intermédiaire considéré ici, b croîtra avec les inverses de ces deux quantités; et, s'ils sont assez petits, son développement par la formule de Mac-Laurin, réduit à la partie linéaire, sera, en appelant α ce qui reste de b quand ils s'annulent, et β, β' deux coefficients positifs,

$$(36) \qquad b \text{ ou } \mathrm{I}\frac{\sigma}{\chi}\frac{1}{\mathrm{U}^2} = \alpha\left(1 + \beta\frac{\chi}{\sigma} + \beta'\frac{1}{\mathrm{U}}\right).$$

» VI. Les hydrauliciens, jugeant sans doute le trinome trop complexe dans cette formule, ont supprimé l'un des deux derniers termes. C'est le dernier, en β', qu'ils avaient conservé d'abord; mais Darcy et M. Bazin ont reconnu que l'approximation était bien meilleure en gardant, au contraire, le précédent, et ils ont posé $\beta' = 0$, mais α, β croissants avec le degré de rugosité des parois. Par exemple, la seconde et le mètre étant les unités de temps et de longueur, Darcy trouve $\alpha = 0{,}0002535$, $\beta = 0{,}00638$, dans le cas de tuyaux circulaires en fer étiré ou en fonte lisse, et M. Bazin, $\alpha = 0{,}00015$, $\beta = 0{,}03$ pour les canaux à parois très unies, mais $\alpha = 0{,}00028$, $\beta = 1{,}25$ pour les canaux en terre et les grands cours d'eau.

» VII. Passons maintenant aux cas particulièrement intéressants où la vitesse à la paroi peut être supposée constante.

» Le plus simple est celui d'une section rectangulaire large, suivant la profondeur $2h$ ou h de laquelle nous dirigerons vers le bas l'axe des z, à partir du centre s'il s'agit d'un tuyau de hauteur intérieure $2h$, et à partir de la surface libre s'il s'agit d'un canal découvert de profondeur h. Le premier cas, vu la symétrie des vitesses de part et d'autre du diamètre ou de la médiane parallèle aux y, se ramène au second, plus pratique, où z ne

varie que de zéro à h, et où la dérivée de u en z s'annule aussi pour $z = 0$, en vertu de la condition spéciale à la surface libre. Bornons-nous donc à ce cas.

» La largeur est supposée assez grande pour que F_1 ne dépende pas, dans (30), de la première variable η; et l'autre variable, ζ, y représente le rapport de z au rayon moyen h, c'est-à-dire la distance des divers points à la surface libre en prenant pour unité la profondeur totale. D'ailleurs, la première formule (15) de ε donne $F = 1$ dans le système (30), où l'on a déjà $f = 1$, $B_0 = B$ et enfin, pour $\zeta = 1$, $d\nu = d\zeta$, $F_1 = 0$. Il vient donc immédiatement $F_1 = \frac{1}{2}(1 - \zeta^2)$, $\mathfrak{M}F_1 = \frac{1}{2}(1 - \frac{1}{3}) = \frac{1}{3}$; et les formules (32), (34), (35) sont

$$(37) \quad \frac{1}{\sqrt{b}} = \frac{1}{\sqrt{B}} + \frac{k}{3}, \qquad \frac{u_m - u}{U\sqrt{b}} = \frac{k}{2}\zeta^2 = \frac{k}{2}\frac{z^2}{h^2}, \qquad \frac{u_m}{U} = 1 + \frac{k}{6}\sqrt{b}.$$

» L'avant-dernière est précisément celle que M. Bazin a obtenue par l'observation des vitesses à diverses profondeurs, sur une verticale équidistante des deux bords, dans un grand nombre de canaux dont la largeur, il est vrai, contenant seulement de 5 à 8 fois la profondeur, était insuffisante pour qu'on pût négliger l'action retardatrice du frottement des bords sur la vitesse maxima u_m au milieu de la surface. Le coefficient, 20 environ, qui y affectait ζ^2, est donc moindre que $\frac{1}{2}k$; de sorte que le nombre k de nos formules doit excéder assez sensiblement 40.

» VIII. Supposons actuellement qu'il s'agisse d'un tuyau circulaire ou, ce qu'on sait revenir au même, d'un canal demi-circulaire coulant à pleins bords, avec $B = B_0$, c'est-à-dire avec homogénéité des parois dans les deux cas. Appelons ι le rapport, au rayon R, de la distance r à l'axe, ou de $\sqrt{y^2 + z^2}$: autrement dit, posons

$$(38) \qquad \iota = \tfrac{1}{2}\sqrt{\eta^2 + \zeta^2}; \qquad \text{d'où} \qquad \frac{d\iota}{d\eta} = \frac{\eta}{4\iota}, \qquad \frac{d\iota}{d\zeta} = \frac{\zeta}{4\iota}.$$

» Les fonctions F, F_1 dépendront uniquement de ι; et la première d'entre elles, F, sera, d'après (16), l'inverse de $\iota + \psi(\iota)$. D'ailleurs, f se réduisant à l'unité, tandis que $d\nu$, ou $d\sqrt{\eta^2 + \zeta^2}$ (à la limite $\iota = 1$), ne sera autre chose que $2\,d\iota$, le système (30) deviendra aisément

$$(39) \quad \begin{cases} \dfrac{1}{4\iota}\dfrac{d}{d\iota}\left[\dfrac{\iota}{\iota + \psi(\iota)}\dfrac{dF_1}{d\iota}\right] + 1 = 0, \\[2ex] \dfrac{1}{1 + \psi(1)}\dfrac{dF_1}{d\iota} = -2 \quad (\text{pour } \iota = 1), \qquad F_1 = 0 \quad (\text{pour } \iota = 1). \end{cases}$$

» La première, multipliée par $4 r\,dr$, s'intègre immédiatement, à une constante arbitraire près que détermine la seconde. Après quoi, une nouvelle intégration donne, vu la troisième relation (39),

$$(40)\quad F_1 = \tfrac{2}{3}(1 - r^3) + 2\int_r^1 \psi(r) r\,dr \quad \text{ou} \quad F_1 = \tfrac{2}{3}(1 - r^3) + \Psi(1) - \Psi(r),$$

en posant, pour abréger,

$$(41)\qquad \Psi(r) = 2\int_0^r \psi(r) r\,dr.$$

» Telle est la valeur qu'il faudra substituer à $F_1(\eta, \zeta)$ dans les relations (32) à (35), et dont la moyenne $\mathfrak{M} F_1$ s'obtiendra, comme celle de toute autre fonction de r aux divers points d'un cercle $\int \pi\,d.r^2$ de rayon $r = 1$, en multipliant par $d.r^2 = 2r\,dr$ et intégrant de zéro à 1. Si l'on observe que la vitesse maxima u_m se produit, par raison de symétrie, sur l'axe $r = 0$, les formules (32), (34), (35) deviendront

$$(42)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{\sqrt{b}} = \dfrac{1}{\sqrt{B}} + k\left[\dfrac{2}{5} + \Psi(1) - 2\displaystyle\int_0^1 \Psi(r) r\,dr\right], \\ \dfrac{u_m - u}{U\sqrt{b}} = k\left[\tfrac{2}{3} r^3 + \Psi(r)\right], \qquad \dfrac{u_m}{U} = 1 + k\left[\dfrac{4}{15} + 2\displaystyle\int_0^1 \Psi(r) r\,dr\right]\sqrt{b}. \text{ »} \end{cases}$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le tungstène.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Nous avons indiqué précédemment ([1]) qu'il était facile de préparer au four électrique et en grande quantité la fonte de tungstène, que l'on pouvait affiner ensuite en refondant le métal en présence d'un excès d'acide tungstique.

» *Préparation du métal pur.* — On peut obtenir le tungstène à l'état de pureté en chauffant directement, au four électrique, un mélange d'acide tungstique et de charbon de sucre. Les proportions employées sont les suivantes : acide tungstique pur, 800^{gr} ; charbon de sucre pulvérisé, 80^{gr}. Ce mélange renferme un excès d'acide tungstique.

([1]) H. Moissan, *Préparation, au four électrique, de quelques métaux réfractaires : tungstène, molybdène, vanadium* (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1225).

» Le tungstène étant un métal difficilement fusible, on doit chauffer pendant dix minutes avec un courant de 900 ampères et 50 volts. On obtient un culot présentant des parties superficielles bien fondues, mais dont la partie intérieure est poreuse et ne touche au creuset de charbon que par quelques points. En évitant, dans ces conditions, la fusion complète du métal, le carbone du creuset n'intervient pas et l'excès d'acide tungstique est volatilisé.

» *Propriétés physiques.* — Le tunsgstène, préparé au four électrique comme nous venons de l'indiquer, peut être absolument exempt de carbone. M. Deslandres, qui a bien voulu l'examiner au spectroscope, a reconnu que ce métal était d'une grande pureté (1).

» Lorsqu'il est à l'état poreux, il présente, comme le fer, la propriété de se souder à lui-même, par le martelage, bien avant son point de fusion. Il peut se limer avec facilité et, lorsqu'il est exempt de carbone, il ne raye pas le verre.

» On a chauffé un morceau de ce tungstène malléable, dans une brasque de charbon de bois à la température de la forge, pendant une heure et demie. Le creuset contenant le métal était entouré d'une brasque titanifère pour éviter l'action de l'azote. Après refroidissement, la partie extérieure du fragment métallique renfermait du carbone, et sa dureté était assez grande pour rayer le rubis. Le tungstène pur se cémente donc avec facilité et ceci nous explique les différents résultats obtenus lorsque l'on a essayé de fondre ce métal.

» On sait que M. Riche a pu fondre le tungstène en le carburant, dans un arc fourni par 200 éléments Bunsen (2). De même Siemens (3) et Hutington ont fondu, en très petite quantité, la fonte de tungstène à 1,8 pour 100 de carbone dans leur four électrique. Le tungstène pur est plus infusible que le chrome et le molybdène.

» La densité du tungstène pur a été trouvée de 18,7.

» Ce métal n'exerce pas d'action sur l'aiguille aimantée.

» *Propriétés chimiques.* — Le fluor attaque le tungstène à la température

---

(1) Ce tungstène n'a fourni au spectroscope que quelques raies très faibles du calcium.

(2) Riche, *Recherches sur le tungstène et ses composés* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. L; p. 5; 1857).

(3) Siemens et Hutington, *Sur le fourneau électrique* (*Association britannique Southampton* 1883, et *Ann. de Chim. et de Phys.* 5e série, t. XXX, p. 465; 1883).

ordinaire avec incandescence et fournit un fluorure volatil. L'action des hydracides a été étudiée avec détails par M. Riche et reprise en 1872 par M. Roscoe ([1]); nous n'avons pas à nous y arrêter.

» L'azote et le phosphore au rouge ne se combinent pas au tungstène.

» Chauffé au four électrique avec le silicium et le bore, le tungstène donne des combinaisons d'aspect métallique à apparence cristalline et qui rayent le rubis avec facilité. A la température de 1200°, l'acide carbonique est réduit par le tungstène, avec formation d'oxyde bleu et sans dépôt de charbon.

» Le tungstène fondu ne s'oxyde pas sensiblement à l'air humide, mais il est attaqué à la longue par l'eau chargée d'acide carbonique. L'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique ne l'attaquent que très difficilement; il en est de même de l'acide fluorhydrique tandis qu'un mélange d'acide fluorhydrique et d'acide azotique le dissout avec rapidité.

» Quelques oxydants, tels que le bioxyde de plomb, le chlorate de potassium en fusion, attaquent le métal pulvérisé avec incandescence.

» Le carbonate de sodium fondu l'attaque lentement, mais le mélange de carbonate et de nitrate produit une transformation assez rapide.

» *Analyse.* — Le métal a été attaqué par le mélange d'azotate et de carbonate alcalin et le tungstène a été séparé sous forme de tungstate mercureux.

» On a obtenu ainsi, pour les échantillons qui se limaient avec facilité et qui n'attaquaient pas le verre :

	1.	2.	3.
Tungstène	99,76	99,82	99,87
Carbone	0,00	0,00	0,00
Scories	0,18	0,09	»

» *Carbure de tungstène.* — Lorsque, dans la préparation du tungstène, on prolonge la chauffe, le métal fond complètement, mouille le creuset de charbon et se carbure aussitôt en donnant une fonte. Nous avons indiqué précédemment quelles étaient les teneurs en carbone de ces métaux.

» En présence d'un excès de charbon, le tungstène fournit un carbure défini de formule CTu^2. Ce carbure est d'un gris de fer, très dur, rayant très profondément le corindon. Sa densité à +18° est de 16,06. Il fournit à peu près les mêmes réactions que le métal, bien que plus facilement attaquable que ce dernier. Il prend feu dans le fluor à froid, il brûle vers 500° dans l'oxygène en produisant de l'acide tungstique et de l'acide car-

([1]) Roscoe, *Manchester Lit. Phil. Soc. Proc.*, t. XI, p. 79; 1872.

bonique et, à l'état liquide, il dissout avec facilité du carbone qu'il abandonne ensuite par refroidissement sous forme de graphite.

» Les acides ne l'attaquent que très lentement, de même que le métal, sauf cependant l'acide nitrique qui, à l'ébullition, le dissout avec facilité.

» Le chlorate de potassium fondu, on le mélange de carbonate et de nitrate, qui l'oxydent en produisant une vive incandescence.

» Au rouge, il brûle aussi dans le protoxyde et dans le bioxyde d'azote.

» *Analyse.* — Le carbone total a été dosé par le chlore, et le graphite, séparé du carbone amorphe par l'acide nitrique fumant, a été pesé sur un filtre taré. Enfin le tungstène a été séparé sous forme de tungstate mercureux.

	1.	2.	3.	Théorie pour CTu^2.
Carbone combiné......	3,22	3,05	3,09	3,16
Tungstène	96,60	96,78	96,95	96,84

» *Conclusions.* — Le tungstène peut s'obtenir facilement au four électrique par réduction de l'acide tungstique par le charbon. Si l'on n'atteint pas le point de fusion du métal, ce dernier peut être obtenu dans un grand état de pureté.

» Si l'on opère en présence d'un excès de carbone ou si l'on fond le métal dans le creuset de charbon, on obtient un carbure défini de formule CTu^2 qui dissout du carbone qui est abandonné ensuite sous forme de graphite.

» Le tungstène pur peut se limer et se forger; il se cémente avec facilité, n'agit pas sur l'aiguille aimantée et son point de fusion est supérieur à ceux du chrome et du molybdène. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la solubilité du carbone dans le rhodium, l'iridium et le palladium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« A sa température d'ébullition, le platine, ainsi que nous l'avons démontré, dissout du carbone qu'il abandonne ensuite sous forme de graphite (¹). Nous avons étendu cette recherche à quelques autres métaux voisins du platine.

» *Rhodium.* — Le rhodium fond rapidement au four électrique. 5^{gr} de métal pulvérulent ont été placés dans un petit creuset de charbon muni

(¹) H. Moissan, *Sur la préparation d'une variété de graphite foisonnant* (*Comptes rendus,* t. CXVI, p. 608; 1893).

de son couvercle. Le tout était disposé dans un autre creuset rempli de charbon de sucre en poudre. Nous avons chauffé dans notre four électrique pendant dix minutes avec un courant de 300 ampères et 50 volts. Après l'expérience, le métal est réuni en un seul culot; il n'a pas changé sensiblement de poids. Le lingot ainsi obtenu est malléable et se lime avec facilité.

» On mélange 0,4205 de cette limaille de rhodium avec du chlorure de sodium fondu et l'on traite au rouge par un courant de chlore pendant une heure et demie. Le contenu de la nacelle est repris par l'eau et le liquide jeté sur un filtre taré. Le résidu pèse 0,006, ce qui correspond à 1,42 pour 100 de carbone.

» Ce carbone, très divisé, est d'un noir brillant, et, après destruction du filtre par l'acide azotique fumant, il a été transformé, par un mélange de chlorate de potassium et d'acide nitrique, en oxyde graphitique facile à caractériser.

» Dans une deuxième expérience, le même métal, déjà carburé, a été refondu dans les mêmes conditions, mais avec un courant plus intense (910 ampères et 50 volts; cinq minutes de chauffe).

» Le nouveau culot présente encore une certaine malléabilité, et il peut se limer; mais il s'écrase sous le marteau, ce qui tient aux nombreux cristaux de graphite qu'il renferme.

» Le carbone a été dosé, mais il est inégalement réparti dans la masse et ne se rencontre que sous forme de graphite. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	1.	2.	3.
Graphite pour 100........	2,72	4,37	7,38

» *Iridium*. — L'iridium a été chauffé dans les mêmes conditions, et dans la première expérience, avec un courant de 50 volts et 300 ampères, nous avons obtenu un métal bien fondu, recouvert d'une couche de cristaux brillants de graphite. Le métal était malléable et se limait très bien.

» Le dosage du carbone a été fait par la même méthode que pour le rhodium; il nous a donné :

	1.	2.
Graphite pour 100..........	0,63	0,84

» L'iridium a été chauffé de nouveau avec un courant de 950 ampères et 50 volts; les qualités du métal sont restées les mêmes. Ce dernier ne

renfermait du carbone que sous forme de graphite, et était aussi malléable qu'auparavant; nous avons trouvé sur deux parties du culot métallique :

Graphite pour 100..........	1,19	1,07

» *Palladium.* — Le palladium nous a fourni des résultats identiques après la première chauffe (300 ampères et 50 volts). Le culot bien fondu avait gardé toute sa malléabilité.

» Le carbone a été dosé en attaquant le métal par l'acide nitrique de densité 1,35. Il ne se produit pas d'acide carbonique et le résidu noir, brillant et cristallisé, est entièrement transformable en oxyde graphitique. Ce métal renfermait :

	1.	2.
Graphite pour 100..........	1,31	1,20

» Dans la deuxième chauffe (950 ampères et 50 volts) le palladium a pris un peu plus de carbone, mais il se lime tout aussi facilement. Il renferme :

	1.	2.
Graphite pour 100..........	2,32	2,45

» *Conclusions.* — En résumé, de même que le platine, le rhodium, le palladium et l'iridium dissolvent le carbone avec facilité à la température du four électrique, l'abandonnent avant leur solidification sous forme de graphite, mais ne s'y combinent pas et ne fournissent pas de carbures.

» Tous ces graphites sont foisonnants. »

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique des courants à haute fréquence; moyens pratiques pour les produire d'une façon continue.* Note de M. **A. d'Arsonval** [1].

« Dans des Communications antérieures, j'ai montré que les combustions organiques étaient augmentées sous l'influence des courants à haute fréquence, soit que ces courants traversent directement les tissus, soit qu'ils y prennent naissance par induction au moyen de la méthode à laquelle j'ai donné le nom d'*auto-conduction*. Il était intéressant de poursuivre l'étude de ces phénomènes en soumettant les êtres en expérience pendant des temps fort longs à l'influence de ces courants, pour voir, par exemple,

---

(1) Communication faite dans la séance du 29 juin.

comment se modifieraient les phénomènes de l'incubation, du développement et de la nutrition en général, notamment après les inoculations pathogènes.

» J'ai été arrêté, au début de mes recherches, par l'impossibilité de réaliser un outillage pouvant produire ces courants sans surveillance pendant plus de quelques instants, et cela d'une façon pratique et économique. Les transformateurs chauffaient ou brûlaient, les condensateurs crevaient ou la dépense de courant était exagérée. Après maintes combinaisons infructueuses, je suis arrivé à réaliser un dispositif simple qui fonctionne sans surveillance des journées entières, dans des conditions de marche très économiques et avec un rendement excellent.

» Dans le dispositif rendu classique par Hertz et perfectionné par Tesla, Elihu Thomson et moi-même, on charge périodiquement une capacité par un courant alternatif à haute tension provenant d'un transformateur dont la différence de potentiel aux bornes du circuit relié à la capacité est d'au moins 10000 volts. Cette capacité se décharge sur un circuit de résistance et de self-induction appropriés, en donnant naissance à des oscillations électriques dont la période a une durée que donne la formule de Lord Kelvin. Le transformateur est actionné soit par un courant continu (bobine de Ruhmkorff munie de son interrupteur), soit par le courant provenant d'un alternateur à basse fréquence. Dans le premier cas, l'énergie disponible est faible (100 à 200 watts); dans le second cas, elle peut être quelconque ; mais ici se présente un gros inconvénient : les deux boules du déchargeur qui terminent les armatures du condensateur sont en même temps en communication avec le circuit à haute tension du transformateur. Il en résulte qu'à chaque fois qu'éclate l'étincelle, le transformateur se trouve fermé sur lui-même. On a beau souffler l'arc avec un jet d'air ou un champ magnétique, cet arc laisse passer non seulement le courant à haute fréquence, mais aussi le courant à basse fréquence émanant directement du transformateur. Les boules du déchargeur sont rapidement détruites, le transformateur peut être brûlé, surtout s'il est à circuit magnétique fermé, et l'on consomme inutilement du courant.

» Dans le dispositif que j'emploie, j'évite ces deux inconvénients en coupant le circuit à haute tension du transformateur par un premier condensateur, de capacité variable, suivant l'énergie dont on veut disposer ; le deuxième condensateur, qui est le siège des oscillations électriques et qui porte le déchargeur, se trouve monté en série avec le premier, que j'appelle *condensateur de garde*. De cette manière, jamais le secondaire

du transformateur n'est fermé sur lui-même. En réglant convenablement les capacités du condensateur de garde et du condensateur à haute fréquence, il n'est plus nécessaire de souffler l'étincelle constituée uniquement, dans ce cas, par des décharges à haute fréquence. J'améliore encore singulièrement le résultat en intercalant, en série, sur le circuit primaire du transformateur, une bobine à self-induction variable, qu'on ajuste suivant les besoins. Cette bobine de réaction, contrairement à une résistance de même valeur, mais dépourvue de self, fait monter le potentiel aux bornes du primaire. Le courant alternatif à 42 périodes est pris sur le secteur de la rive gauche, et le transformateur est du système Labour. Il est à circuit magnétique fermé, d'une puissance de 3000 watts, et donne au secondaire une différence de potentiel de 15000 volts pour 110 volts aux bornes du primaire. Lorsque je me servais de cet appareil, en montant le condensateur simplement en dérivation sur le secondaire du transformateur, je dépensais 30 ampères sous 110 volts pour produire un courant de haute fréquence, capable d'allumer 3 lampes de 20 bougies placées en dérivation sur le solénoïde à haute fréquence.

» De plus, malgré un soufflage énergique, les boules du déchargeur étaient rapidement détériorées et le transformateur compromis.

» En intercalant au contraire le condensateur de garde et la bobine de réactance, je ne consomme plus que 3 ampères au lieu de 30, et les trois lampes de vingt bougies brillent d'un éclat plus vif, montrant que l'intensité du courant à haute fréquence est augmentée.

» On règle d'ailleurs à volonté la puissance dépensée en modifiant la capacité des condensateurs de garde et de haute fréquence ainsi que la self de la bobine à réaction. Les condensateurs sont constitués par de grandes jarres cylindriques de 50^{cm} de hauteur. Leurs armatures d'étain sont collées au verre avec de la cire ou du suif. Malgré cela le diélectrique chauffait très vite et les bouteilles étaient rapidement percées. J'ai eu l'idée alors de les remplir d'eau que recouvre ou non une légère couche d'huile de vaseline. Depuis cette modification je peux marcher vingt-quatre heures de suite sans que les condensateurs bougent et sans que la température de l'eau dépasse 40° à 50°. J'ai essayé également avec succès des condensateurs plans en verre ou en ébonite, immergés dans l'huile de vaseline, mais le premier dispositif, qui est plus simple d'installation et plus propre, a d'habitude ma préférence. D'après ce que je viens de dire, on voit que le rendement d'une installation à haute fréquence ainsi montée peut être élevé ainsi que j'aurai ultérieurement occasion de le montrer à propos de

la production de l'ozone. Dans tous les cas, le rendement est bien supérieur à celui qu'on obtient avec le montage classique du condensateur placé en dérivation sur le secondaire du transformateur.

» Avec ce dispositif, je peux étudier l'action prolongée des courants à haute fréquence sur les animaux, soit à l'état normal, soit lorsqu'ils sont soumis à des inoculations pathogènes. Pour éviter toute action perturbatrice, l'animal en expérience est placé dans une cage cylindrique, isolante (bois, verre, carton, etc.), couchée horizontalement.

» Cette cage est entourée extérieurement d'un gros conducteur faisant 15 à 20 tours et à travers lequel passe le courant à haute fréquence. Ce solénoïde induit dans le corps de l'animal des courants de haute fréquence qui ne sont nullement sentis.

» Pour mesurer l'intensité des courants traversant le solénoïde de façon à rester dans les mêmes conditions, je me servais d'un petit ampéremètre thermique placé en dérivation sur une des spires du solénoïde. J'ai depuis simplifié l'installation en me servant du solénoïde lui-même pour mesurer le courant qui le traverse. Pour cela, le solénoïde, au lieu d'être constitué par un conducteur plein, se compose d'un tube métallique *à parois très minces* de 10^{mm} à 15^{mm} de diamètre. Ce tube est bouché par un bout tandis que l'autre extrémité se trouve reliée à un manomètre à eau. Quand le courant passe le tube chauffe, l'air qu'il contient se dilate et pousse la colonne du manomètre dont la hauteur définitive mesure cet échauffement. On donne à l'appareil toute la sensibilité voulue en inclinant plus ou moins le manomètre. Enfin, je rends les indications de l'instrument indépendantes des variations de température et de pression extérieures en reliant la seconde branche du manomètre à une capacité close qui le transforme en thermomètre différentiel.

» Dans mes expériences, je m'arrange, pour ne pas troubler les phénomènes, de façon que l'échauffement du solénoïde creux ne dépasse pas 2 degrés. Comme le tube est mince et noirci extérieurement, l'équilibre de température est rapidement atteint. Il est facile, de cette manière, de ramener le courant toujours à la même intensité. Pour connaître cette intensité du courant à haute fréquence, je fais circuler dans le solénoïde un courant à basse fréquence, dont je gradue l'intensité jusqu'à ce que le manomètre donne la même indication. A cause de la minceur des parois du tube, la résistance reste la même sensiblement pour toutes les fréquences. Ce procédé n'a d'ailleurs d'autre prétention que de permettre à

l'expérimentateur de se placer dans les mêmes conditions sans compliquer le matériel instrumental.

» J'avais montré antérieurement que les combustions organiques s'exagèrent chez l'animal placé dans le solénoïde; j'ai pensé qu'il était possible de montrer ce phénomène par une expérience plus simple et moins longue que celle nécessitée par une analyse des gaz de la respiration. Si l'animal brûle davantage, il doit diminuer de poids plus rapidement.

» Pour vérifier cette conclusion, j'ai placé le solénoïde renfermant l'animal en expérience sur le plateau d'une balance enregistrante Richard. Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus : un petit cochon d'Inde placé dans le solénoïde, non parcouru par le courant, a perdu 6^{gr} de son poids en seize heures. On rend le solénoïde actif; le cochon d'Inde a perdu alors 30^{gr} de son poids dans le même espace de temps (seize heures). Je supprime de nouveau le courant; il se passe alors un phénomène assez inattendu : l'animal *gagne en poids* pendant deux heures. Au bout de ce temps, il a augmenté de 1^{gr} environ. Regnault et Reiset ont constaté un phénomène analogue chez certains de leurs animaux, qui, pendant le sommeil, fixaient plus d'oxygène qu'ils n'éliminaient d'acide carbonique et de vapeur d'eau. Après ces deux heures la perte de poids reprend sa marche, tout en restant plus faible. Ce n'est guère qu'une demi-heure après l'établissement du courant que la perte de poids prend son régime uniforme. Les animaux étaient placés dans un solénoïde disposé pour recevoir leurs déjections qui tombaient dans de l'huile de façon à éviter l'évaporation. L'échauffement de la cage, dû au courant seul, n'élevait pas sa température de 1°, élévation absolument sans influence sur l'animal. Le second cobaye perdait 6^{gr} de son poids en cinq heures, à l'état normal, et 24^{gr} dans le même temps, quand le courant passait. Un lapin a perdu 48^{gr} en huit heures dans la haute fréquence et seulement 23^{gr} durant le même temps, à l'état normal.

» La perte de poids semble donc être plus accentuée pour les animaux de petite taille, sous l'influence du courant. J'indiquerai ultérieurement les raisons de ce phénomène en poursuivant cette intéressante étude. Pour le moment je me borne à signaler ces faits qui montrent que la perte de poids confirme les résultats déjà acquis par l'analyse des produits de la respiration. »

MÉDECINE. — *Effets thérapeutiques des courants à haute fréquence;* par M. A. d'Arsonval.

« Les courants à haute fréquence agissent puissamment pour augmenter l'intensité des combustions organiques, ainsi que je l'ai démontré précédemment. J'ai pensé, dès lors, que cette modalité particulière de l'énergie électrique donnerait de bons effets dans cette classe particulière de maladies, si bien étudiées par mon savant confrère et ami, le professeur Bouchard, sous le nom de *maladies par ralentissement de la nutrition*. Certaines formes du diabète sucré, la goutte, le rhumatisme, l'obésité, etc., sont dans ce cas.

» J'ai donc institué, depuis le commencement de cette année, une série de recherches cliniques sur ce sujet. Les expériences ont lieu à l'Hôtel-Dieu, dans le service dirigé par mon assistant, le docteur Charrin, et sous son contrôle, au point de vue médical. Les résultats obtenus jusqu'ici ont si complètement répondu à mon attente que je crois devoir en signaler quelques-uns dès maintenant.

» Voici dans quel esprit sont instituées ces recherches et quelle a été la marche suivie : je rejette complètement tous les résultats mettant en jeu l'appréciation du malade, pour tenir compte, exclusivement, des modifications physico-chimiques ou cliniques exactement et objectivement mesurables. J'élimine ainsi complètement les améliorations subjectives qui pourraient être attribuables à la suggestion. Cette cause, qu'invoquent trop légèrement certains médecins pour expliquer des cures indéniables dues à l'électricité, n'a aucune part dans les faits que je vais signaler. D'ailleurs, les résultats positifs, obtenus précédemment chez les animaux et que nous allons retrouver chez nos malades, écartent *a priori* cette objection.

» Les observations ci-dessous se rapportent à deux diabétiques et un obèse.

» Les variations de la température ont été prises deux fois par jour, de même que la pression artérielle, qui a été mesurée à l'aide du sphygmomanomètre de notre confrère, le professeur Potain.

» L'analyse des urines a été faite par M. Guillemonat, interne du service, qui a procédé de la façon suivante : chaque jour, sur l'urine émise dans les vingt-quatre heures, on prélève un cinquième, par exemple, du

volume total. Tous les cinq jours, on fait une analyse. Par ce procédé, on a une moyenne qui élimine les causes d'erreur dues aux oscillations journalières de la diurèse. Les précautions sont prises naturellement pour mettre ces urines à l'abri de la décomposition.

» Le coefficient urotoxique de ces urines, coefficient dont on connaît aujourd'hui toute l'importance, grâce aux travaux de M. Bouchard, a été pris dans son laboratoire même par M. Charrin.

» Enfin l'application du courant a été faite avec grands soins, sur mes indications, par M. Bonniot, externe du service, un de mes auditeurs et élève des docteurs Tripier et Apostoli. Toutes les précautions, en un mot, ont été prises pour donner à ces observations le caractère de précision qui doit en assurer la valeur.

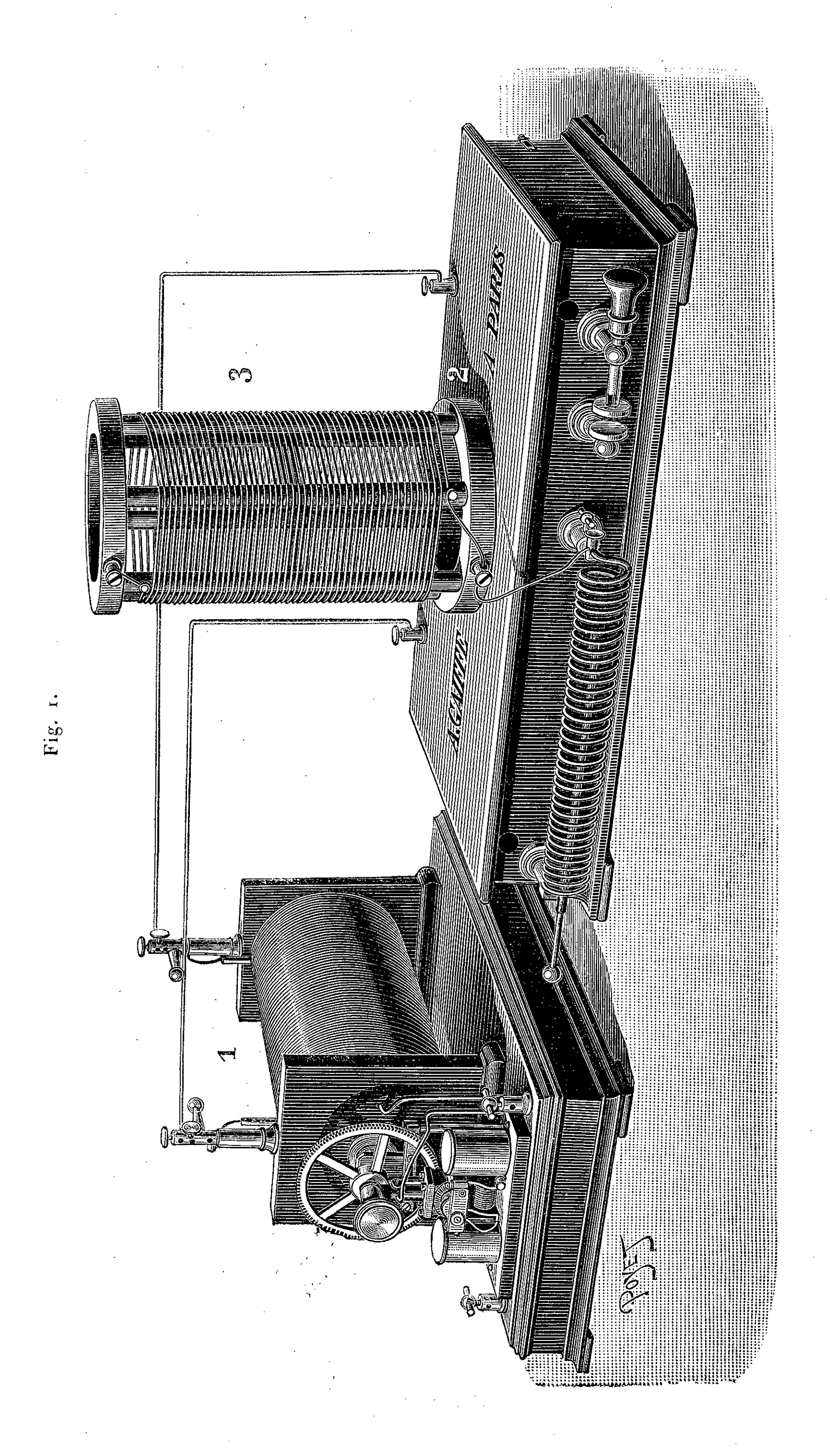
» L'analyse des gaz de la respiration ainsi que la radiation calorimétrique des sujets seront prises également sous peu.

» Deux mots maintenant du dispositif instrumental permettant la production des courants à haute fréquence au lit du malade. Je ne pouvais songer à employer l'appareil si commode décrit dans ma précédente Communication, puisque l'Hôtel-Dieu n'est pas relié au secteur électrique. Pour charger périodiquement le condensateur, j'ai dû avoir recours à la bobine Ruhmkorff, actionnée par des accumulateurs. Le trembleur classique de cet appareil présente un gros inconvénient.

» Sous l'influence du courant énergique qui le traverse, le marteau se soude assez rapidement à l'enclume, et cette fermeture en court circuit amène rapidement la détérioration de la bobine et des accumulateurs, si une surveillance de tous les instants ne vient parer à cet accident. Pour l'éviter, j'ai fait établir par M. Gaiffe la modification suivante, que la figure ci-jointe met en évidence.

» L'enclume, au lieu d'être fixe, tourne d'un mouvement de rotation continu, grâce à un petit moteur électrique animé par une dérivation du courant provenant des accumulateurs. Si le collage se produit, il ne peut se maintenir, et l'interrupteur fonctionne ainsi sans surveillance. La bobine charge les condensateurs plans, reliés en cascade, que contient la boîte plate située à côté de la bobine ; le courant de haute fréquence est capté, comme d'habitude, aux extrémités du solénoïde. Son intensité est réglée en prenant un plus ou moins grand nombre de spires et on la mesure en intercalant dans le circuit le galvanomètre représenté *fig.* 2, construit pour mesurer les courants de haute fréquence. C'est un galvanomètre thermique, composé d'un fil fin dont l'échauffement se traduit par

Fig. 1.



des variations de longueur qu'indique une aiguille mobile sur un cadran, divisé expérimentalement en milliampères d'un côté, en volts de l'autre.

» Cet appareil permet de faire passer à travers l'organisme des courants dont l'intensité dépasse 500 milliampères.

» J'ai indiqué déjà trois procédés principaux pour l'électrisation par les courants à haute fréquence : le premier consiste à amener à la partie du

Fig. 2.

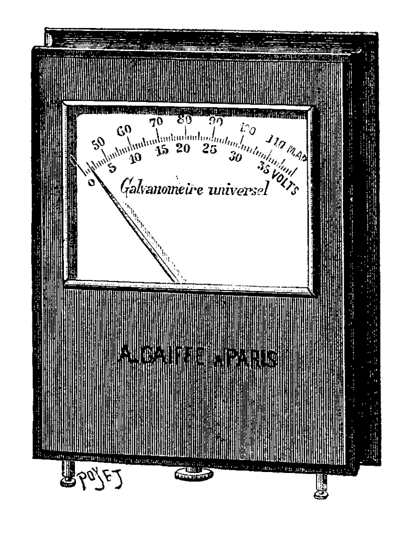
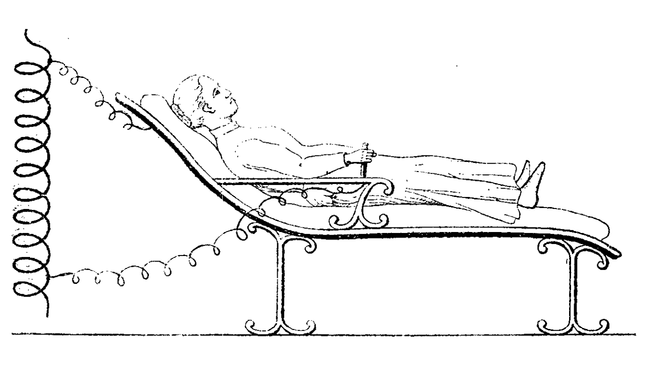


Fig. 3.



corps qu'on veut électriser le courant émanant du solénoïde à l'aide de conducteurs terminés par des électrodes appropriées ; le second consiste à plonger le malade dans un solénoïde ne le touchant pas, mais qui induit dans son corps des courants de même fréquence : c'est la méthode de l'autoconduction ou faradisation induite ; dans le troisième, le malade constitue une des armatures d'un condensateur chargé statiquement par le solénoïde, ainsi que le représente la figure ci-jointe.

» Dans les observations ci-dessous, c'est le premier procédé qui a été employé. Le courant émanant du solénoïde traverse le corps entier des pieds aux mains. Un des pôles du solénoïde est en rapport avec l'eau d'un pédiluve où le malade plonge ses deux pieds ; le second pôle est relié aux deux mains par un conducteur bifurqué terminé par des poignées métalliques. Dans ces conditions, le courant est généralisé et son intensité a varié entre 350 et 450 milliampères ; la durée des séances faites quotidiennement, d'abord de dix minutes, a été abaissée successivement à cinq et à trois minutes, suivant l'impressionnabilité des sujets. Ce courant, je le ré-

pète, n'exerce aucune action consciente, soit sur la sensibilité, soit sur la motricité, ce qui fait que les malades se soumettent sans répugnance à son action. Je résume à présent rapidement les observations :

» *Observation I.* — Homme de 33 ans, maçon atteint de diabète grave depuis quatre ans, est mis en observation pendant une quinzaine sans aucun traitement.

» Dans ces conditions, il rendait une moyenne de $11^{lit},300$ d'urine en vingt-quatre heures, contenant 54^{gr} de sucre par litre, soit 620^{gr} de sucre par jour. La pression artérielle était de 15^{cm} de mercure seulement; le pouls à 72 et la température au-dessous de la normale. La toxicité des urines était presque nulle : 250^{gr} injectés à un lapin le rendaient à peine malade.

» On applique la haute fréquence par séances quotidiennes de dix minutes. Dès les premiers jours, disparition des douleurs dans les membres, sommeil meilleur non interrompu par la soif ou le besoin d'uriner, plus de cauchemars, clarté plus grande de la vue, retour de la mémoire et lucidité d'esprit rendant la lecture possible. Voilà pour les phénomènes subjectifs. Quant aux phénomènes objectifs : disparition d'un œdème malléolaire remontant jusqu'à mi-jambe, rétrocession d'un certain degré d'ascite et réveil de la sensibilité aux jambes, qui avait complètement disparu.

» Pendant le premier septénaire, peu de modifications du coté de l'urine et de la production de sucre à l'exception de la diurèse, qui se régularise et ne présente plus de sauts brusques, passant de 7^{lit} à 13^{lit} dans les vingt-quatre heures.

» Dans le second septénaire, tout se modifie rapidement et, après quarante-deux jours de traitement, on constatait les faits suivants : moyenne de la quantité d'urine des vingt-quatre heures, 7^{lit}; sucre rendu, en vingt-quatre heures, 180^{gr}; pression artérielle atteignant 25^{cm} le vingtième jour, pouls à 104, température s'élevant jusqu'à 38° et se fixant enfin à 37°. Toxicité de l'urine considérablement accrue. Après un mois, 64^{gr} tuent 1^{kg} d'animal. Enfin, oscillations du poids, qui tombe d'abord de $57^{kg},500$ à 51^{kg} pour remonter graduellement à 56^{kg}.

» *Observation II.* — Femme de 59 ans, diabétique grasse; présence du sucre constatée, il y a deux mois pour la première fois, à la Pitié; soignée à plusieurs reprises pour albuminurie. Actuellement, ni albumine, ni néphrite. Rend $3^{lit},300$ d'urine en vingt-quatre heures, contenant 43^{gr} de sucre par litre, soit 137^{gr} par jour. Polyphagie, polydypsie, faiblesse générale, courbature et douleurs des membres. Pression artérielle très élevée, de 27^{cm} à 30^{cm} de mercure pouls lent à 64 par minute, température un peu au-dessus de la normale : oscille de 37°,3 à 37°,5. Toxicité des urines : 107 par kilogramme.

» Séances d'électrisation de dix minutes, bien supportées, mais laissant après un grand sentiment de lassitude. Après quinze jours de traitement, pas de variations dans la quantité d'urine éliminée en vingt-quatre heures, mais le sucre a baissé de moitié, 24^{gr} par litre au lieu de 43^{gr}. La pression artérielle descend à 25^{cm} de mercure, le pouls monte à 76 ou 80, température peu influencée. Toxicité des urines monte à 87 par kilogramme. Malgré la diminution du sucre, le bien-être ressenti n'est pas aussi grand que chez le malade précédent. On suspend le traitement pendant quelques jours et on

le reprend ensuite avec des séances abaissées successivement comme durée de dix minutes à trois minutes. Le bien-être ressenti est beaucoup plus grand, la malade se sent reposée, dort bien, n'a plus de courbature et le chiffre du sucre tombe à 38^{gr} par vingt-quatre heures.

» Ce cas prouve de quelle importance est la technique en pareille matière. Quel doit être le nombre et la durée des séances? Doit-on les espacer, les suspendre? Autant de questions que l'expérience seule pourra trancher.

» *Observation III.* — Il s'agit d'un obèse âgé de 36 ans, cocher pesant 130^{kg} et présentant une arythmie cardiaque très marquée. Séances de dix minutes quotidiennes. Mieux pendant quelques jours. Le chiffre de l'urée excrétée s'élève de $33^{gr},72$ à $41^{gr},63$ en vingt-quatre heures. La pression monte de 18^{cm} à 20^{cm} de mercure et le pouls passe de 72 à 108. Au bout de quinze jours le malade avoue avoir des accès de dyspnée qu'il cachait ayant grande confiance dans ce traitement et ne voulant pas le suspendre; le taux de l'urée baisse et tombe à 24^{gr} par jour.

» On suspend les séances pendant une quinzaine et on les reprend avec une durée moindre : trois minutes au lieu de dix. Au bout de quelques jours, les mêmes phénomènes de dyspnée, d'abaissement du taux de l'urée et de la pression sanguine se montrent. On cesse le traitement. Quant à la toxicité des urines, elle a peu varié : 84 au début, 87 à la fin du premier essai.

» Cette observation montre que la haute fréquence agit, comme toujours, puissamment sur la circulation, qu'il existe des contre-indications et qu'enfin la suggestion ne suffit pas pour expliquer les bons effets de l'électricité, puisque ce malade qui n'a pas bénéficié du traitement avait la foi, contrairement aux précédents qui furent tout étonnés de se trouver mieux.

» Si cette voie nouvelle ouverte à la Thérapeutique est pleine de promesses, je dois prévenir les médecins que tout est à faire au point de vue clinique. J'ai montré expérimentalement que la haute fréquence est un puissant modificateur de l'organisme; là se borne, pour le moment, mon rôle de physiologiste.

» J'ajouterai un mot au point de vue théorique. Pourquoi ces courants, dont l'action est si puissante, n'impressionnent-ils pas la sensibilité ? Les physiciens disent que la cause en est à leur localisation superficielle. J'ai montré, par des preuves surabondantes, d'ordre physiologique, que ces courants pénètrent profondément, au contraire, dans l'organisme pour impressionner notamment les centres vaso-moteurs. Les physiciens n'ont pas réfléchi que leur explication s'applique seulement aux corps bons conducteurs, comme les métaux. Dans le cas où le conducteur considéré a

seulement la conductibilité du corps humain (inférieure à celle de l'eau salée à 1 pour 100), ces mêmes formules montrent que la répartition du courant doit être sensiblement uniforme dans l'organisme. Il est facile de le vérifier d'ailleurs, comme je l'ai fait avec un cylindre de verre plein d'eau salée, dont les dimensions étaient de 70^{cm} de longueur sur 25^{cm} de diamètre. La densité du courant, recueilli suivant l'axe ou près de la paroi, ne varie pas d'un centième de sa valeur.

» La véritable explication de l'innocuité des courants à haute fréquence est donc bien d'ordre physiologique, conformément à ce que j'ai dit dès le début. »

ASTRONOMIE. — *Sur cinq photographies de la région entourant η d'Argus;* par M. **David Gill**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie diverses photographies de la région entourant l'étoile η d'Argus.

1.	Exposition.......	6 minutes
2.	»	1 heure
3.	»	$3\frac{1}{4}$ heures
4.	»	12 heures (en 4 jours différents)
5.	»	24 heures (en 8 jours différents)

» La Planche n° 1 ne montre pas trace de la nébulosité environnante.

» La Planche n° 2 (qui est le type de la Planche de la *Carte internationale du Ciel*) montre faiblement la partie brillante de la nébuleuse.

» La Planche n° 3, outre une nébulosité étendue, montre plus de 40000 étoiles sur une surface de $2° \times 2°$, ou 10000 étoiles par degré carré.

» La Planche n° 4, outre une nébulosité très étendue, montre plus de 200000 étoiles, ou 50000 étoiles par degré carré.

» Sur la Planche n° 5 se trouve l'impression de la nébulosité beaucoup plus intense, mais non fortement étendue, au delà de celle qui est montrée par le n° 4. Plus de 400000 étoiles (ou 100000 par degré carré) sont visibles.

» Diverses conclusions sont à tirer de ces photographies et d'autres photographies des régions nébuleuses. Elles feront l'objet d'une autre Communication. »

PHYSIQUE. — *Vérification d'ensemble de la loi des états correspondants de Van der Waals.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« La loi des états correspondants de Van der Waals a été dans ces derniers temps l'objet de nombreuses vérifications, les unes satisfaisantes, les autres contestées; ces vérifications ont surtout été relatives aux tensions maxima de vapeurs et aux densités correspondantes; elles n'ont donc porté que sur des limites restreintes de température et de pression; elles ont en outre le grave défaut d'être basées sur les valeurs numériques des constantes critiques qui présentent d'assez grandes incertitudes. D'autre part, l'existence de l'équation réduite se présente comme une propriété purement analytique de la fonction adoptée pour représenter les relations qui existent entre le volume, la pression et la température, et cette fonction ne satisfait aux données expérimentales que dans des limites très restreintes; il se peut que la fonction qui représenterait exactement ces relations jouisse de la même propriété, mais rien n'autorise à l'affirmer, et l'on peut se demander s'il s'agit ici d'une loi véritable, ou simplement d'une loi approchée dans certaines conditions de pression et de température qui avoisinent le point critique; étant donnée l'importance qu'a pris le sujet, il m'a semblé qu'il serait intéressant de soumettre la loi en question à une vérification plus générale que celles qui ont été tentées jusqu'ici; il importe que cette vérification soit indépendante des valeurs numériques des constantes critiques et aussi de toute forme de fonction adoptée pour représenter la relation $f(pvt) = 0$. La méthode suivante réalise ces conditions :

» La loi des états correspondants dans toute sa généralité peut se traduire ainsi : si les réseaux d'isothermes de deux substances quelconques ont été construits à une même échelle, les valeurs numériques des volumes et des pressions étant estimées en prenant pour unités les constantes critiques, les deux réseaux devront pouvoir coïncider; leur superposition devra présenter, quant à l'ordre et à la forme des isothermes, l'apparence d'un réseau fourni par une substance unique.

» Par suite, étant donnés les réseaux de deux substances, tracés à des échelles quelconques et rapportés à des unités quelconques, comme un changement d'unité revient à un changement d'échelle sur les axes de coordonnées, on devra toujours pouvoir rendre l'un des réseaux semblable à l'autre par une extension ou un raccourcissement suivant l'un des axes;

il suffira alors d'agrandir ou de diminuer ce réseau tout en le conservant semblable à lui-même pour que sa coïncidence avec le premier puisse avoir lieu.

» Pour réaliser l'expérience, j'ai d'abord construit de petits réseaux transparents sur verre, en réduisant par la photographie des graphiques d'une grandeur convenable; ces petits réseaux, qui ont de 1^{cm} à 2^{cm} de côté, s'obtiennent sans difficulté avec une netteté parfaite, même sans employer la gélatine; on les obtient très beaux avec des plaques au lactate d'argent.

» Deux de ces réseaux sont montés sur les pieds d'un banc d'optique, disposés de telle sorte que le premier réseau puisse tourner dans son propre plan afin d'orienter les axes et, aussi, subir des déplacements horizontaux et verticaux, c'est-à-dire parallèlement aux directions de ces axes; le second est disposé de manière à pouvoir tourner autour de chacun des axes ou simplement autour de directions parallèles à ceux-ci; un objectif à long foyer, porté par un troisième pied entre les deux réseaux, permet de projeter par transparence le premier sur le second, comme sur le verre dépoli d'une chambre photographique; l'ensemble est examiné au moyen d'un oculaire placé en avant de ce dernier et porté par le même pied.

» En faisant tourner le premier réseau autour de l'un de ses axes, on raccourcit sa projection sur le second dans le sens de l'autre axe et, conformément à ce qui a été dit plus haut, si la loi est vraie, on devra pouvoir, par une rotation convenable (et l'axe de rotation étant convenablement choisi), obtenir un réseau projeté semblable au second; on pourra alors, en faisant varier les distances des réseaux à l'objectif, donner au réseau projeté une grandeur telle qu'on puisse arriver à le faire coïncider avec le premier; ceci, bien entendu, après quelques tâtonnements dont on acquiert facilement l'habitude.

» Strictement, la projection doit être faite en lumière parallèle afin de ne pas déformer l'angle des axes du réseau projeté; c'est pour réaliser sensiblement cette condition que j'ai opéré avec des réseaux extrêmement petits et un objectif à long foyer; cependant, pour éviter une rotation trop considérable, il est bon de construire les réseaux s'approchant déjà de la similitude cherchée, ce qui pourra toujours se faire par un simple changement de l'échelle de l'un des axes au moyen de constantes critiques approximatives; au surplus on serait toujours averti de toute déformation, quand on produit la superposition des axes de coordonnées.

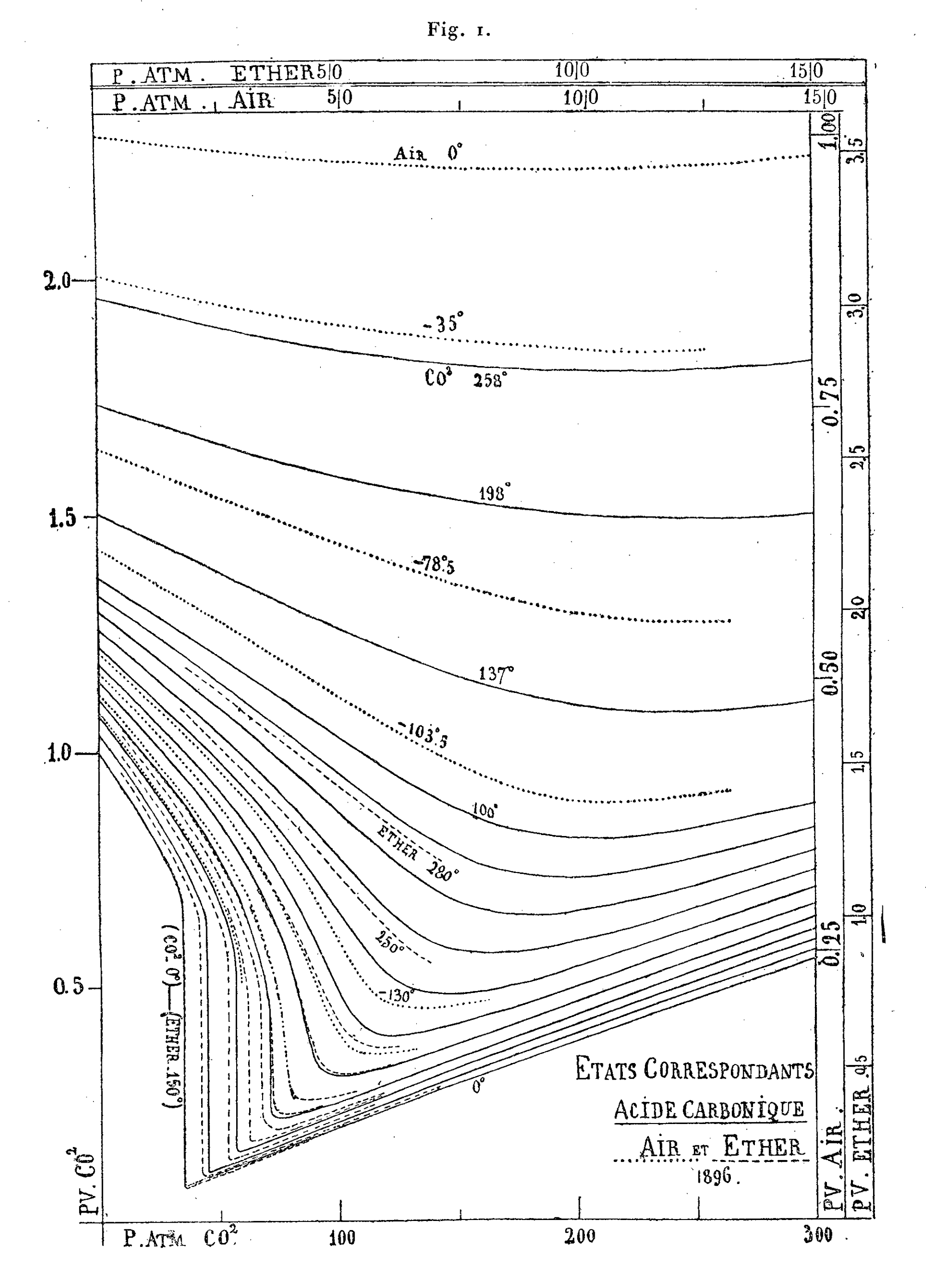
» Pour faire ces expériences, j'ai choisi naturellement les corps dont on possède les données les plus étendues : l'acide carbonique et l'éthylène, dont j'ai donné les réseaux jusqu'à 1000 atmosphères, et qui comprennent les points critiques, se prêtent très bien à ces vérifications; malheureusement, les données des autres gaz que j'ai étudiés même dans des limites plus étendues, comme l'oxygène, l'azote, l'air, l'hydrogène, ne sauraient se prêter à une comparaison utile, même l'oxygène, car leurs isothermes les plus basses (0°) sont déjà, en prenant les températures correspondantes, en dehors du réseau de l'acide carbonique; les réseaux n'auraient aucune partie commune; quant aux résultats que j'ai donnés relativement à un assez grand nombre de liquides, ils ne se rapportent qu'à l'état liquide proprement dit, et ne sauraient non plus être utilisés pour ces recherches; enfin les données expérimentales actuelles, qui pourraient fournir les éléments d'une comparaison utile sont extrêmement rares et toujours trop limitées sous le rapport des pressions; celles qui m'ont paru les plus intéressantes dans le cas actuel, et que j'ai utilisées, sont les isothermes relatives à l'éther (entre 150° et 280°), dues à MM. W. Ramsay et S. Young, et celles relatives à l'air (de 0° à —150°) dues à M. Witkowski; toutes ces isothermes, par suite de la correspondance des températures, tombent dans les limites du réseau de l'acide carbonique et même, en général, dans la partie la plus intéressante qui encadre le point critique. On se trouve donc ainsi dans le cas particulièrement heureux d'avoir à comparer des isothermes dont les températures absolues diffèrent de près de 400°; malheureusement les limites des pressions sont trop restreintes.

» J'aurais pu photographier directement la superposition des réseaux, mais cela présentait des difficultés; j'ai préféré reproduire le phénomène sur un graphique d'assez grandes dimensions, ce qui ne présentait aucune difficulté, car les axes des réseaux portent des échelles chiffrées, dont la correspondance pendant la superposition fournit tous les éléments nécessaires au calcul de la déformation et de la grandeur relative du réseau projeté; les figures qui suivent sont la réduction des graphiques ainsi obtenus.

» J'ai réuni sur un même diagramme (*fig.* 1) les résultats de la comparaison de l'air et de l'éther à l'acide carbonique; les isothermes de ce dernier corps sont tracées en traits pleins, celles de l'éther en traits interrompus, et celles de l'air en pointillé. On voit que l'ensemble est favorable à la loi, malgré quelques légers défauts qui s'expliquent assez par la difficulté des expériences. L'isotherme à zéro de l'acide carbonique est presque su-

perposée sur celle de l'éther à 150°, et les suivantes se présentent bien dans l'ordre voulu et avec la même allure; on remarquera le parallélisme

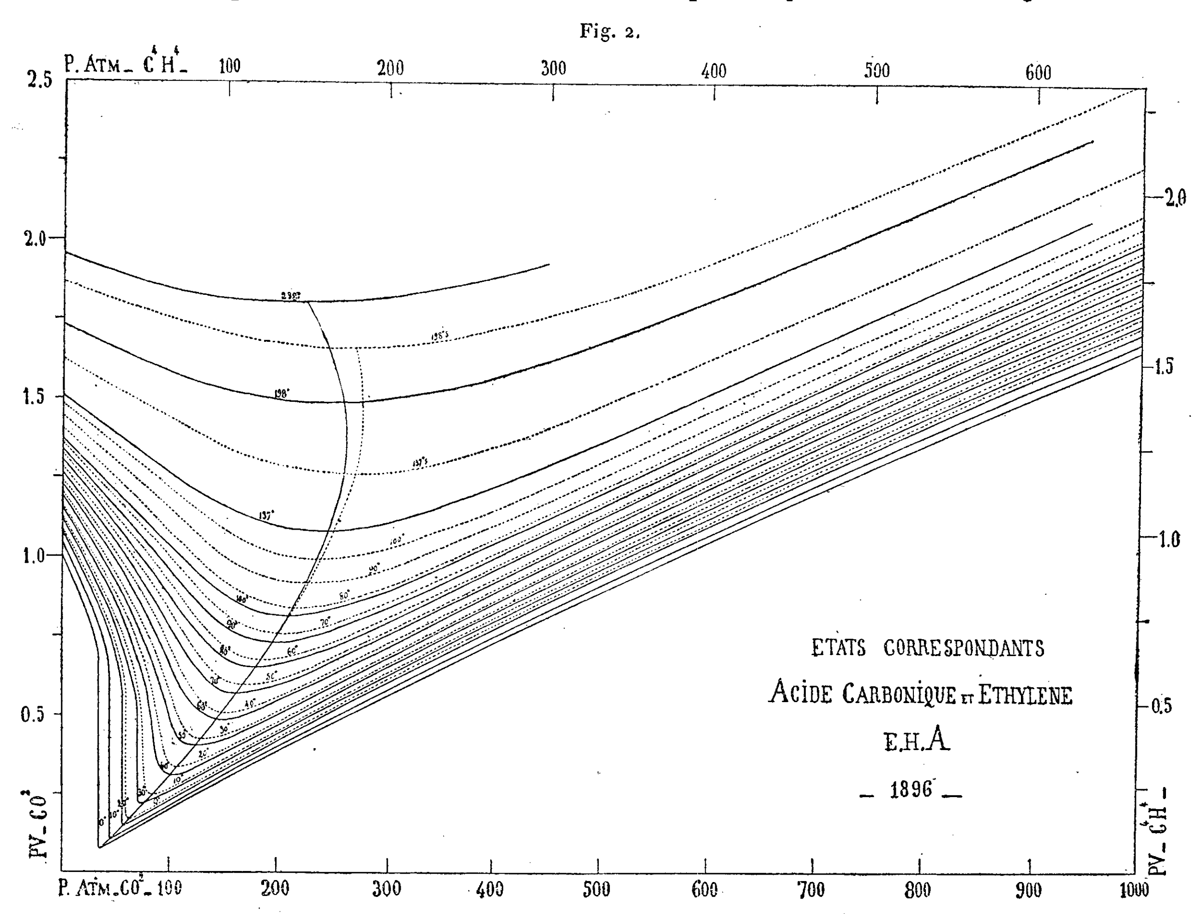
Fig. 1.



de la naissance des parties quasi rectilignes, malheureusement trop courtes, qui partent du lieu des ordonnées minima.

» La *fig.* 2 reproduit la coïncidence qui m'a paru la plus satisfaisante entre les réseaux de l'acide carbonique et de l'éthylène (CO^2 en traits pleins); l'aspect général dispense de toute explication; l'ensemble est bien celui d'un réseau unique, à des détails près, qui s'expliquent par des erreurs expérimentales de l'ordre dont on ne peut répondre. On remarquera

Fig. 2.



cependant que les lieux des ordonnées minima se séparent nettement à la partie supérieure, mais il faut bien remarquer que l'aplatissement des courbes, du reste peu nombreuses, de cette région (deux pour l'acétylène) laisse une certaine latitude dans la détermination des points de contact des tangentes horizontales, qui sont ici ceux que j'ai donnés dans mon Mémoire; il suffirait, pour faire coïncider les deux courbes, d'une déformation des isothermes répondant à des différences expérimentales extrêmement faibles; à la partie inférieure, jusqu'à 100°, là où les minima sont bien déterminés, les deux courbes sont superposées.

» En résumé, dans les cas qui viennent d'être examinés, la loi de Van der Waals paraît vérifiée au degré d'approximation que comportent les expériences; il est extrêmement regrettable que la Science ne possède pas les données expérimentales nécessaires pour généraliser ces observations; par suite, il serait peut-être prudent de faire des réserves en vue des cas anormaux, analogues, par exemple, à ceux que présentent les densités de vapeur; mais ces cas particuliers ne sauraient diminuer l'importance du résultat que les vérifications qui précèdent paraissent présenter dans toute sa généralité comme une véritable loi, l'une des plus belles et des plus importantes de la Physique moléculaire. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Hind*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Christie obtient. . . . . 41 suffrages,

M. **Christie**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle théorie capillaire*. Extrait d'une Lettre accompagnant l'envoi du Mémoire, adressée à M. A. Cornu, par M. **Marcellin Langlois**.

(Commissaires : MM. Friedel, Potier, Sarrau.)

« ..... Quant aux travaux que j'avais commencés alors, je ne les ai point non plus négligés et, même aujourd'hui, j'ai résolu la plus grande partie des difficultés qui m'empêchaient de leur donner toute l'extension qu'ils comportent.

» Persuadé que les singularités que je rencontrais, à chaque instant, dans l'étude des variations des chaleurs spécifiques, par exemple, et des propriétés physiques correspondantes, provenaient du mode d'action de l'énergie intérieure aux atomes eux-mêmes, j'ai abordé la question par la

Thermochimie, avec des vues particulières qui m'avaient été fournies par l'étude des explosifs. Après quatre ans de minutieuses recherches et après avoir passé en revue toute la Chimie, j'ai pu arriver à établir, pour la Thermochimie elle-même, le principe des proportions définies et à fixer pour les corps simples dans leur état actuel, c'est-à-dire à la température de 15°, la distribution de l'énergie interne de leurs atomes. Ceux-ci sont constitués par des éléments condensés formant noyau en quelque sorte, ayant épuisé leur énergie antérieure et l'ayant transformée en énergie d'agrégation, et il reste d'autres éléments, d'autres hypoatomes, non combinés au noyau et ayant conservé leur énergie disponible.

» Pour ceux-là, a, b, c, d par exemple, ils se combinent dans certains cas progressivement, dans certains cas tous à la fois. Il peut n'y avoir, par exemple, que a qui se condense, puis c'est ensuite $a + b$, puis $a + b + c$, puis $a + b + c + d$, mais l'ordre de la condensation est toujours le même, de a à d et jamais de d à a. Chacun de ces éléments met en liberté, dans sa condensation, une quantité de chaleur fixe, bien définie, indépendante de la température.

» a dégage α; b dégage β, et ainsi de suite.

» Dans certains cas, pour faire entrer l'atome d'un corps simple dans une combinaison chimique, il faut lui céder au contraire de l'énergie, dissocier certains hypoatomes liés à son noyau et leur restituer à chacun la quantité de chaleur qui lui est spéciale, et qu'il avait dégagée en se combinant au noyau, pour former le corps simple dans son état actuel, avec ses liaisons atomiques et moléculaires caractéristiques.

» Après avoir déterminé pour chaque corps simple ces unités thermochimiques caractéristiques des énergies internes, sources de l'affinité, j'ai pris tous les corps composés pour lesquels on a des données thermochimiques sur la chaleur de formation, à partir des éléments, et actuellement leur nombre est déjà extrêmement grand, et j'ai fixé la part exacte d'énergie apportée par chaque élément dans la formation du corps. Cette énergie est caractérisée par les précédentes unités telles que α, β, γ, δ, et l'on peut avoir, par exemple, α ou $\alpha + \beta$ ou $\alpha + \beta + \gamma$ ou, enfin, $\alpha + \beta + \gamma + \delta$, l'élément entrant dans la formation de *tous* les corps composés dont il fait partie avec l'une ou l'autre de ces unités, mais jamais avec d'autres ni avec des valeurs intermédiaires, susceptibles d'une variation continue. Les valeurs sont bien déterminées, définies : ce sont des unités.

» Le développement de l'affinité apparaît alors d'une façon remarquable et il peut être caractérisé de façon très nette, même dans les sels

doubles, les sels hydratés, où les variations sont cependant quelquefois si faibles.

» Aujourd'hui les résultats que j'ai obtenus sont absolument précis, et je n'y suis pas arrivé sans difficultés, à cause d'une part de la multitude de comparaisons à laquelle il me fallait procéder pour établir les unités thermochimiques, à cause de maintes erreurs d'impression, ou autres, qu'on trouve dans les Tableaux de Thermochimie et, dans certains cas, par le peu d'importance que les chimistes apportent, le plus souvent, à la détermination exacte de la composition des sulfures précipités, par exemple.

» Mais je pense pouvoir vous envoyer bientôt un résumé, aussi succinct que possible, de ces recherches relatives à l'affinité.

» Je vous ferai seulement remarquer que, dans l'ordre d'idées que je viens de vous indiquer, si l'on chauffe un corps, sa chaleur spécifique est susceptible de variation, puisqu'il peut s'y produire des dissociations d'éléments hypoatomiques, qui font précisément que la chaleur spécifique augmente en général avec la température et que, alors, on peut déterminer cette variation grâce aux précédentes unités, ce qu'on ne pouvait pas faire auparavant.

» Ces recherches ont été complétées par la détermination des lois de l'explosion, de la dissociation, que j'ai complétées et développées dans ces derniers temps; mais aujourd'hui je vous ferai parvenir, en même temps que cette lettre, un Mémoire que j'ai résumé autant qu'il est possible, et se rapportant à mes recherches sur la capillarité.

» Vous y trouverez la détermination de la loi fondamentale de la tension superficielle des liquides et l'origine même de cette tension. J'y ai joint la relation qu'on a cherché depuis longtemps à établir entre la tension superficielle et la chaleur de vaporisation..... »

CORRESPONDANCE.

M. **Backhuyzen**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. D. **Loiseau** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui, le 6 mars 1888, et inscrit sous le numéro 4269.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une « Note sur

quelques propriétés de la raffinose, servant de base à une méthode de dosage de cette substance, de la dextrine et de la saccharine dans les produits sucrés ».

(Renvoi à l'examen de M. Friedel.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles ordinaires du premier ordre* Note de M. **A. Korkine**, présentée par M. Hermite.

« Dans les *Comptes rendus* (8 juin 1896), M. Painlevé a fait paraître une Note concernant les équations différentielles et les résultats que j'ai fait connaître dans une autre Note (*Comptes rendus,* 26 mai 1896).

» Il dit avoir traité une question plus générale antérieurement et en avoir donné la solution. Il me semble qu'il y a un malentendu; je ne connais, jusqu'à présent, d'autre solution de la question que j'ai posée, que celle qui est donnée dans ma Note. Il suffit de faire sur la Note de M. Painlevé les remarques suivantes :

» D'abord, il confond mon problème avec celui qu'il énonce au commencement de sa Note (p. 1320). En conservant les lettres et les numéros des équations de sa Note, je dois dire que je n'ai point pour but de reconnaître si l'équation différentielle *donnée* (1) a pour intégrale l'équation (2). Au contraire, la forme des équations (1) et (2) étant donnée, je cherche toutes les valeurs possibles des différentes quantités indéterminées qu'elles renferment en fonction de x, ce qui est un problème tout différent.

» Ensuite, M. Painlevé dit que les constantes désignées dans sa Note par $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ doivent, dans ma méthode, être *toutes distinctes*. En cela, il se trompe. Elles peuvent avoir des valeurs données quelconques, réelles ou imaginaires, égales entre elles ou différentes. Cela est démontré dans mon Mémoire, qui va paraître, et peut être confirmé par autant d'exemples qu'on voudra. Cette inadvertance sur les valeurs de λ_1, $\lambda_2, \ldots, \lambda_n$ le conduit à d'autres. Voici le théorème que M. Painlevé avance, comme servant de base à sa méthode :

« Quand l'intégrale est de la forme (2), il existe un multiplicateur » $M(y, x)$ du binome $Q\,dy - P\,dx$, qui est un polynome en y du degré » égal à $n-(q+1)$ ou à $n-(q+2)$ suivant que $\Sigma\lambda$ est différente de zéro » ou égale à zéro. »

» Les nombres q et n étant donnés et le mot *polynome* désignant une fonction entière, il est évident que cette proposition est inexacte. Je sup-

pose, bien entendu, que les valeurs de $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ sont arbitraires, comme cela est dans ma Note, et comme les définit M. Painlevé lui-même, avec cette différence que, chez moi, elles sont données, et il les regarde comme inconnues.

» Il avance ensuite que « les fonctions $g_1, g_2, \ldots, g_n$ s'obtiennent algé-
» briquement en fonction des coefficients de P et Q ». Cela est inexact. Il suffit, pour s'en convaincre, de faire l'inspection des résultats de ma Note et de remarquer que les expressions de ces fonctions contiennent encore la quantité $\int p_0\,dx$, qui est arbitraire.

» Plus loin (p. 1321), M. Painlevé énonce ce théorème :

» *Étant donnée l'equation* (1), *on peut toujours reconnaître, à l'aide d'un nombre fini d'opérations rationnelles, si son intégrale est de la forme* (2) (*l'entier n étant donné*). *En particulier, on sait toujours reconnaître si l'intégrale se laisse mettre sous la forme de M. Korkine* ($h=1, \lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \ldots \neq \lambda_n$) *et, quand il en est ainsi, cette intégrale s'obtient algébriquement.*

» Quoique ce théorème n'ait aucun rapport avec mon problème, qui est tout autre, il semble que c'est là encore un malentendu de l'auteur.

» Enfin, je passe à une autre question, que l'auteur se propose, et qui paraît avoir quelque rapport avec mon problème. Il dit : « Posons-nous main-
» tenant le problème inverse : Former toutes les équations (1) dont les
» coefficients soient, par exemple, rationnels en x, et dont l'intégrale se
» laisse mettre sous la forme (2). » Comme l'auteur prétend déduire la résolution de mon problème, en résolvant celui-ci, je remarque d'abord que je ne me borne point aux coefficients *rationnels en x*; je les suppose au contraire quelconques, de sorte que, si l'on avait même une solution *véritable* du problème proposé par M. Painlevé, on n'en déduirait pas encore celle du mien.

» Or M. Painlevé fait à sa question cette réponse : « Toutes les équa-
» tions (1) cherchées s'obtiennent par un des trois procédés suivants : 1° En
» dérivant l'égalité $h(x)$, $G_1(y,x)^{\lambda_1}, \ldots, G_m(y,x)^{\lambda_m} = C$, etc. » Quoique l'auteur ne définisse point les polynomes $G_1, G_2, \ldots, G_m$, il est évident que la dernière égalité est une équation intégrale. L'idée de se servir de la différentiation des équations intégrales, pour en déduire des quantités inconnues, qui entrent en partie dans les équations différentielles et en partie dans les équations intégrales, n'est point neuve. C'est de cette manière, par exemple, qu'on détermine les forces en supposant connu le mouvement

des masses données. Mais il y a loin de cette idée à une méthode. Comme on peut faire les différentiations en nombre quelconque, on obtient une infinité d'équations entre les inconnues du problème. Ces inconnues étant en nombre fini, il y aura une infinité d'équations, qui sont des conséquences des autres. C'est pourquoi les auteurs, en se servant de cette idée pour en déduire une méthode, ont toujours soin de choisir un certain nombre d'équations essentiellement différentes, qui déterminent complètement les inconnues. Ils démontrent de plus que, parmi les autres équations, il n'y en a point qui les contredisent. Dans le problème que se propose M. Painlevé, ce choix est complètement impraticable.

» Ainsi ma question, loin d'avoir reçu une solution antérieure quelconque, n'en a jusqu'à présent d'autre que celle contenue dans ma Note.

» Comme le Mémoire qui contient la démonstration de mes résultats est déjà envoyé pour être imprimé, je ne puis répondre à M. Painlevé avec plus de détails que dans une autre occasion. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les attractions locales observées en diverses parties de l'Europe orientale.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. d'Abbadie.

« Le cinquante-troisième Volume des *Mémoires de la Section topographique de l'État-Major général russe*, qui vient de paraître, contient deux vastes études sur les attractions locales observées dans la Bulgarie et en Crimée. Le première série de travaux appartient à MM. Lébédeff, Zinger et Pomérantzeff; la seconde à M. Coulberg. Voici quelques détails sur les opérations géodésiques qui ont eu lieu dans la *Bulgarie* en 1877-1879. M. Lébédeff, directeur de ces opérations, publia deux volumes sur les résultats numériques : 1° des observations astronomiques et 2° de la triangulation ; l'Académie les possède. Après sa mort, MM. le professeur Zinger et le colonel Pomérantzeff publièrent le troisième volume, qui contient les résultats du calcul des attractions locales étudiées en 48 localités, situées entre le Danube et la mer de Marmara, depuis la mer Noire jusqu'au méridien des Portes-de-Fer. Voici les chiffres qui donnent la mesure de l'influence de l'attraction des montagnes sur le pendule, à savoir l'angle de déviation de ce pendule à la ligne verticale :

Nos.	Localités.	Déclinaisons en latitude.	Déclinaisons en longitude.	Nos.	Localités.	Déclinaisons en latitude.	Déclinaisons en longitude.
1.	Kustindji	+ 0″,46	— 4″,57	25.	Triavna........	— 6″,45	+ 2″,46
2.	Silistrie	— 3,32	— 0,37	26.	Etropol........	— 8,92	+ 1,56
3.	Kapitanowetz ..	— 0,53	»	27.	Zlatitza........	+ 7,30	— 1,67
4.	Widdin........	— 1,44	+ 3,28	28.	Schipka	+10,47	+ 1,08
5.	Roustchouk....	— 2,37	— 2,13	29.	Aïdos	+ 2,92	+ 1,31
6.	Rakowo	— 4,23	+ 1,17	30.	Sophia.........	— 5,69	+ 2,58
7.	Sistowo........	— 4,55	+ 0,22	31.	Sliwno.........	+12,16	+ 4,06
8.	Bazardjik......	— 0,39	— 1,63	32.	Carnabad......	— 0,45	+ 1,94
9.	Plevna.........	— 4,85	— 0,77	33.	Carlovo........	+18,56	— 5,19
10.	Schoumla......	— 0,62	+ 5,78	34.	Kazanlyk	+ 6,32	+ 1,54
11.	Berkowetz.....	— 12.27	+14,25	35.	Kalofère.......	+13,32	— 1,36
12.	Wratza........	—14,49	+11,26	36.	Radomir.......	+ 1,22	— 3,26
13.	Varna.........	+ 4,17	+ 7,32	37.	Bourgas	— 0,19	+ 3,11
14.	Pravody.......	+ 2,29	+ 1,59	38.	Jénizagra	+ 5,02	+ 2,19
15.	Lowtcha.......	— 8,10	+ 2,26	39.	Yambol........	+ 2,54	+ 0,63
16.	Osman-Bazar...	— 4,68	+ 2,13	40.	Ikhtiman	— 2,83	+ 6,29
17.	Tyrnov........	— 4,13	+ 1,25	41.	Samakov.......	—11,51	+ 2,96
18.	Selwi..........	— 5,00	+ 0,60	42.	Kestendil......	— 4,77	+ 7,21
19.	Éléne..........	— 5,19	+ 1,00	43.	Doubnitza.....	— 4,66	—13,19
20.	Tétéwène......	— 8,34	— 1,72	44.	Tatar-Bazardjick	— 5,86	+ 8,01
21.	Orkhanié......	— 8,99	+ 1,15	45.	Philppopol.....	— 7,15	+ 5,17
22.	Kotel..........	— 0,31	+ 3,27	46.	Djoumaya......	+ 0,69	—18,82
23.	Troyan........	— 9,36	+ 3,92	47.	Adrianople.....	+ 2,30	— 0,87
24.	Gabrovo.......	— 7,46	+ 0,56	48.	Constantinople .	+ 3,87	— 2,00

» Les localités y sont rangées d'après leurs latitudes, du nord (Kustindji, 44° 10′ 31″) au sud (Constantinople, 41° 0′ 57″) : cela empêche d'en tirer quelques résultats physico-géographiques. Mais, si l'on prend la carte hypsométrique de la Bulgarie, qui accompagne le volume, et qu'on la place en regard de notre Tableau, on voit immédiatement que les déviations du pendule varient selon la position des localités et en rapport direct du rapprochement des lieux d'observations aux montagnes. Il y a pourtant des exceptions : les auteurs du Mémoire ont consacré plusieurs pages à leur examen et ont prouvé que les contradictions apparentes s'expliquent parfaitement en prenant en considération non seulement les montagnes voisines, mais aussi les massifs éloignés des lieux d'observation. Il ne faut pas oublier qu'entre le Danube et la mer de Marmara il y a deux chaînes de montagnes : les Balkans et les monts Rodop ; et trois vallées : celles du

Danube, de la Maritza et du littoral Phracien, et que le relief du pays est plus accidenté à l'ouest qu'à l'est du méridien central de la Bulgarie.

» Dans la *Crimée,* les observations de M. Coulberg prouvent que la chaîne de montagnes Yaïla, qui s'étend du sud-ouest au nord-est, attire le pendule avec d'autant plus de force que sa pente voisine est plus abrupte et que la hauteur du massif attirant est plus grande. Voici les différences entre les résultats des travaux astronomiques et géodésiques dans quelques localités de la presqu'île criméenne :

	Latitude		
	astronomique.	géodésique.	Différence.
1. Kertch..........	45°.21'. 4",9	45°.21'. 2",7	+ 2",2
2. Théodosie.......	45. 3. 2,0	45. 3.12,7	+ 7,3
3. Crinitchki.......	45. 4. 8,5	45. 3.59,5	+ 9,0
4. Khan-Eli........	44.58.43,1	44.58.43,1	+ 5,0
5. Simféropol.......	44.57.12,7	44.57.12,7	+ 3,5

» Toutes ces localités se trouvent au nord de la crête; les cinq suivantes au sud :

	Latitude		
	astronomique.	géodésique.	Différence.
6. Alouchta.......	44°.40'.12",0	44°.40'.21",0	— 18",9
7. Yalta..........	44.29.17,3	44.29.35,5	— 28,2
8. Aloupka.......	44.24.53,8	44.25.29,2	— 35,4
9. Kékéneïz......	44.23.59,0	44.24.33,9	— 34,9
10. Balaklava......	44.29.41,6	44.29.54,1	— 12,5

» La déviation du pendule à la ligne verticale se manifeste aussi en Crimée, lorsqu'on se déplace de l'ouest à l'est et toujours sous l'influence des montagnes les plus rapprochées. On a la différence des *longitudes* astronomiques et géodésiques :

A Kertch.........	+ 4",9	A Alouchta.......	+ 32",3
» Théodosia......	+ 14,0	» Yalta..........	+ 30,5

Balaklava............. .... — 12",8

» La Carte hypsométrique du pays explique toutes ces variations. »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction et la diffraction des rayons X.* Note de M. **Gouy.**

« Dans une Note antérieure ([1]), j'ai fait connaître le dispositif d'une source linéaire de rayons X, et son application à l'étude de la réfraction. J'ai repris ces expériences avec divers perfectionnements qui portent, soit sur la source elle-même, soit sur les appareils accessoires.

» Deux séries ont été faites, la première sur des corps assez transparents, la seconde sur des corps presque opaques, qui ne paraissent pas avoir été examinés encore à ce point de vue. Les fils de platine qui portent ombre sur la plaque photographique sont au nombre de 2, chacun muni d'un prisme; leur rectitude est rigoureusement contrôlée. Les mesures de la distance des deux images apprennent si ces distances sont rectilignes. Les fils ont 40^{μ} de diamètre et sont à $2^{m},50$ de la plaque, qui est elle-même à 5^{m} de la source; dans la seconde série, ces distances ont été réduites au dixième. Les ombres ou images sont assez nettes pour supporter un grossissement de 10 fois, et être mesurées à quelques microns près.

» Les écarts produits par la réfraction ne dépassent pas quelques microns, et l'indice n calculé d'après ces écarts est indiqué ci-après :

	Substances.	$(n-1)10^6$.
Première série.	Aluminium........	— 0,46
	Crown-glass.......	— 0,69
	Ébonite...........	— 0,40
	Soufre............	+ 0,69
	Cire vierge........	+ 0,30
Seconde série.	Flint-glass	+ 7,0
	Fer...............	—17,5
	Zinc..............	+10,5

» Pour les corps assez transparents (première série), les déviations observées ne sont que des fractions de seconde, et l'indice excède l'unité de moins de $\frac{1}{1000000}$. Les écarts sont trop petits pour qu'on puisse en répondre

---

([1]) *Comptes rendus*, 26 mai 1896.

ici; je conclurai donc que la réfraction est insensible, et qu'il faudrait la chercher dans la septième décimale de l'indice.

» Dans la seconde série, les écarts ne dépassent pas non plus les erreurs admissibles, mais l'approximation sur $n - 1$ est encore 20 fois moindre.

» Je me suis occupé aussi de la diffraction. Dans les expériences précédentes (première série), la lumière donnerait des ombres extrêmement faibles, et larges de plusieurs centimètres; cette remarque montre que la diffraction est nulle ou peu considérable, comme on le savait déjà. Pour soumettre la question à une épreuve rigoureuse, j'ai étudié l'épanouissement du faisceau passant par une fente étroite.

» Je rapporterai, entre autres, l'expérience suivante : une fente de 45^{μ} de largeur est placée à $2^{m},50$ de la plaque, qui est elle-même à 5^{m} de la source. L'examen de l'image montre qu'elle occupe presque tout entière une largeur de 110^{μ} à 120^{μ}, ce qui est en dehors étant peu de chose, et assurément moins de $\frac{1}{4}$ de l'intensité maximum.

» Supposons que la diffraction existe comme pour la lumière, et que la longueur d'onde soit $0^{\mu},005$; en calculant les intensités relatives aux divers points, on s'assure que ces nombres définissent une bande bien plus large. Ainsi, en s'arrêtant aux points où l'intensité est $\frac{1}{4}$ du maximum, on aurait une largeur de 340^{μ}, soit 3 fois l'évaluation précédente.

» Il est donc établi avec certitude que, si la diffraction existe comme pour la lumière, la longueur d'onde des rayons X est considérablement plus petite que $0^{\mu},005$, qui représente $\frac{1}{100}$ de la longueur d'onde du vert.

» Rien n'indique du reste qu'il existe une diffraction quelconque, l'excès de largeur de la raie sur la largeur théorique (90^{μ}) s'expliquant naturellement par les dimensions de la source, le grain du cliché et les petits mouvements de l'appareil pendant la pose de quatre heures. »

PHYSIQUE. — *Composition des mouvements pendulaires*. Note de MM. **Jean** et **Louis Lecarme**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous nous proposons d'étudier les mouvements pendulaires d'après la courbe tracée par les pendules eux-mêmes.

» Deux pendules oscillent dans deux azimuts rectangulaires ou obliques. L'un d'eux a une longueur fixe, l'autre une longueur variable. Un réglage convenable de ce dernier permet d'obtenir des oscillations dont les durées

soient à celles du premier pendule dans un rapport donné. L'un des pendules porte une plaque de verre enfumée; l'autre, un style d'acier inscrivant son mouvement sur la glace. On obtient ainsi les mêmes courbes que Lissajous (¹).

» Une glace de verre, dont la surface est bien unie, est exposée pendant une ou deux minutes à la vapeur de pétrole brûlant incomplètement dans un courant d'air lent. Les hydrocarbures qui se déposent forment une couche mate, huileuse, très fine, qui facilite le glissement du style. La plaque enfumée étant placée sur l'un des pendules, ceux-ci sont mis en mouvement simultanément ou successivement, suivant la différence de phase à obtenir : lorsque les oscillations sont sensiblement isochrones, le style vient tomber sur la plaque, grâce à la suppression d'un contrepoids de quelques décigrammes. Le mouvement du pendule ayant cessé, le noir de fumée est fixé sur la plaque à l'aide d'une solution de vernis au copal dans l'alcool méthylique. La couche étant ainsi rendue inaltérable, le cliché obtenu permet de tirer directement sur papier sensible un nombre indéfini d'épreuves.

» Les pendules sont constitués par des règles rigides en chêne ciré, non hygrométriques et se dilatant peu; une double équerre, munie de pointes reposant sur des godets métalliques, forme axe. La longueur du pendule variable se détermine au moyen d'un double écrou à vis de rappel.

» Le style se compose d'une plaque de liège en losange, traversée suivant la petite diagonale par un axe en acier qui l'oblige à se déplacer dans un plan vertical. L'une des extrémités est munie d'une fine aiguille inclinée à 60° ; l'autre, d'un curseur permettant le déplacement du centre de gravité.

» Enfin les deux pendules peuvent être remplacés par un seul, suspendu à la cardan : par un réglage convenable des moments d'inertie du pendule du cardan, on obtient les mêmes courbes qu'avec un pendule simple. Ce dispositif a l'avantage de permettre la combinaison d'un nombre illimité de pendules, combinés sous forme de deux séries de cardans superposés, oscillant dans des plans différents. On peut également se servir de pendules de torsion dont les oscillations sont plus lentes.

(¹) Cette méthode est une application du dispositif expérimental employé par M. Colomb, commandant d'artillerie à Bourges, dans ses études sur la gravitation. Les détails qu'il nous a communiqués nous ont permis d'obtenir rapidement ces résultats, grâce à quelques perfectionnements de détail.

» Le temps se trouve éliminé dans les courbes. Pour les étudier d'une façon plus complète, nous nous proposons de l'introduire par un procédé que nous décrirons prochainement.

ACOUSTIQUE. — *Expériences comparatives sur la hauteur des sons rendus par des tiges cylindriques entaillées, ou perforées ou rendues coniques, vibrant transversalement.* Note de M. C. **Decharme**. (Extrait par l'auteur.)

« Des diverses séries d'expériences que j'ai faites sur les tiges cylindriques entaillées, ou perforées ou rendues coniques, exposées dans le Mémoire, je citerai seulement la plus importante, celle qui est relative aux tiges à entailles de profondeur constante et de largeur croissante.

» Deux tiges cylindriques en acier fondu, prises dans le même morceau de métal, ajustées avec précision, avaient même longueur, $0^{m},24$, même diamètre, $0^{m},012$ et, par une heureuse coïncidence, rendaient l'une et l'autre exactement, comme son fondamental, l'$ut_5 = 2069,2$ vibrations simples par seconde (gamme tempérée).

» A défaut d'appareil enregistreur des vibrations, la hauteur des sons rendus par nos tiges a été comparée à celle des notes d'un piano accordé au diapason normal $la_3 = 870$ vibrations simples (1).

» Sur la première de ces tiges, des entailles, perpendiculaires à l'axe, ont été faites de 2^{cm} en 2^{cm}, en allant du milieu de la tige jusqu'aux extrémités, à la profondeur de 3^{mm}, ce qui a réduit le diamètre à 6^{mm} dans ces intervalles, c'est-à-dire à la moitié du diamètre primitif.

» Sur la seconde tige, des entailles égales et de même profondeur ont été creusées, de centimètre en centimètre, en allant de chaque extrémité jusqu'au milieu de la tige.

» Le Tableau suivant donne les hauteurs des sons rendus par ces tiges.

---

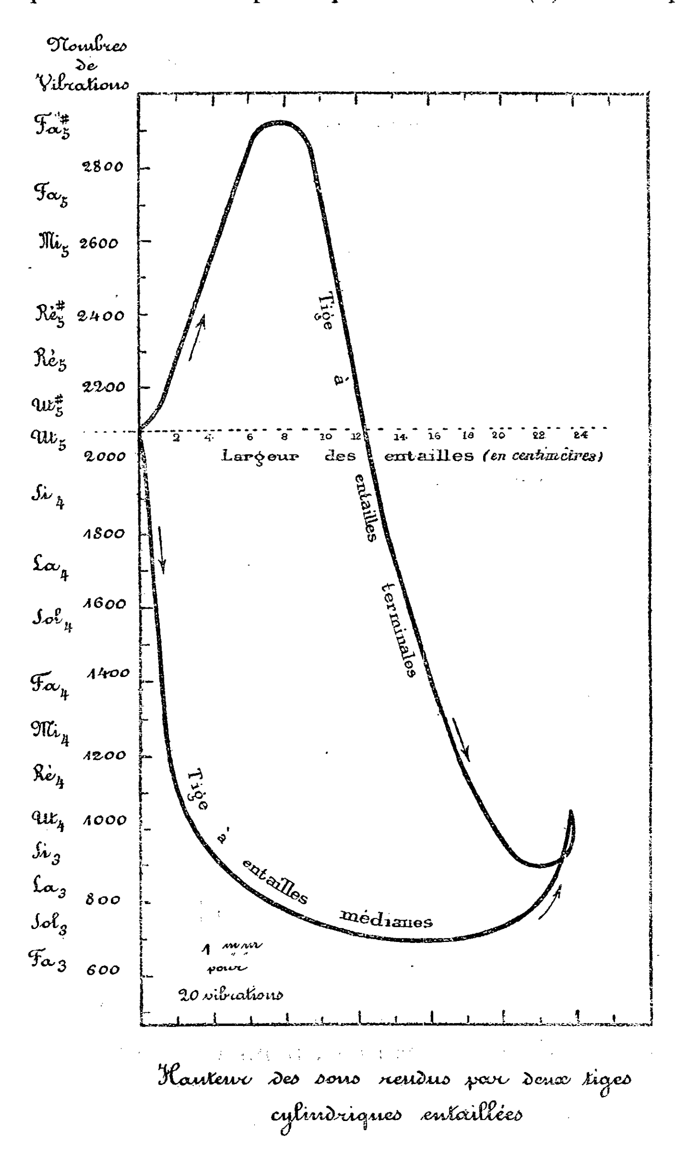
(1) Pour faire vibrer ces tiges transversalement, on les posait, selon leurs nodales, sur les arêtes de deux prismes en liège (procédé de M. Lissajous pour les vibrations transversales des verges prismatiques), et on les frappait au milieu avec un petit marteau en liège.

Largeur des entailles.	Sons rendus par la tige à entailles médianes.	Nombre de vibrations d'après la courbe.	Sons rendus par la tige à entailles terminales.	Nombre de vibrations d'après la courbe.
cm	v.s.	v.s.	v.s.	v.s.
0	$ut_5 = 2069,2$....	2069	$ut_5 = 2069,2$...	1069
2	$> ut_4 = 1034,6$....	1056	$ut_5^\sharp = 2192,2$...	2192
4	$> la_3 = 870,0$....	892	$> ré_5^\sharp = 2460,0$... $< mi_5 = 2607,0$...	2565
6	$> sol_3 = 775,0$....	800	$> fa_5 = 2762,0$...	2810
8	$> fa_3^\sharp = 725,6$....	752	entre fa_5 et $fa_5^\sharp = 2926,0$.	max. **2862**
10	$> fa_3 = 690,0$....	724	$> mi_5 = 2607,0$...	2635
12	$> fa_3 = 690,0$....	700	$ut_5 = 2069,2$...	2069
14	$< fa_3 = 690,0$....	685	$> sol_4^\sharp = 1642,0$...	1680
16	$< fa_3 = 690,0$....	min. **675**	$> fa_4 = 1381,0$...	1400
18	$< fa_3 = 690,0$....	683	$> ré_4 = 1161,0$...	1175
20	$> fa_3 = 690,0$....	715	$< si_4 = 976,0$...	965
22	$> sol_3 = 775,0$....	795	$> la_3 = 870,0$...	min. **878**
23	$> la_3 = 870,0$....	890	$> la_3 = 870,0$...	885
23,5	$< si_3 = 976,0$....	950	$< si_3 = 976,0$...	950
24	$ut_4 = 1034,5$....	1034	$ut_4 = 1034,6$...	1034

» Ce Tableau montre d'abord que les sons de la tige à entailles médianes *baissent* très rapidement; car, pour la première entaille de 2^{cm} de largeur seulement, pratiquée au milieu de la tige (c'est-à-dire au ventre des vibrations), le son descend d'une octave, de ut_5 à ut_4, autant que si la tige avait le diamètre de 6^{mm} dans toute sa longueur. Il montre aussi que les sons de la tige à entailles terminales *s'élèvent* d'abord, pour des entailles de faible largeur, puis *descendent* pour des largeurs plus grandes. Les deux courbes (*fig.* 1) qui représentent ces résultats, ayant même origine, $ut_5 = 2069,2$ vibrations simples, et même point *terminus* $ut_4 = 1034,6$, lorsque les entailles ont envahi toute la longueur des tiges, il en résulte que, dans cet intervalle, les points de ces courbes qui ont même ordonnée correspondent à des sons de même hauteur, c'est-à-dire qu'un même son peut être donné par ces tiges, de deux, de trois et même de quatre manières (pour le si_4).

» Ces résultats et leurs analogues fournis par les tiges à entailles de profondeur variable et de largeur constante, ainsi que ceux des tiges coniques, pourraient, à notre avis, servir à expliquer la variété des sons que rendent, par le choc, certains silex naturels de formes irrégulières;

sons plus ou moins graves chez les uns et plus ou moins aigus chez d'autres, bien que ces pierres aient des poids peu différents ([1]). C'est que, d'après



Hauteur des sons rendus par deux tiges cylindriques entaillées

nos observations, les silex qui rendent des sons graves sont *moins épais* au

---

([1]) On a pu, par un choix convenable de ces silex sonores, former une gamme chromatique s'étendant à plusieurs octaves, et faire de la musique avec cet instrument, ce *lithophone*.

milieu qu'aux extrémités et que ceux qui rendent des sons aigus sont, au contraire, *plus épais* au milieu qu'aux extrémités. On voit dans ces formes et ces effets une analogie frappante avec ceux de nos tiges. »

CHIMIE. — *Action du zinc sur la plaque photographique.* Note de M. R. Colson, présentée par M. Cornu.

« Dans le cours de recherches photographiques, j'ai constaté que le zinc exerce sur le gélatinobromure une action énergique; l'étude que j'en ai faite est résumée dans la présente Note.

» Si l'on décape avec du papier émeri une portion d'une feuille de zinc qui a été abandonnée à elle-même depuis un certain temps, et si on la met en contact avec une plaque au gélatinobromure pendant environ vingt-quatre heures, le développement fait apparaître une teinte d'un gris foncé en face de la partie décapée, d'un gris plus clair en face des parties encore brillantes mais non décapées récemment, tandis qu'il ne se produit presque rien en face des parties oxydées. Cette action se manifeste aussi à distance et au travers de certains corps.

» Il y a donc émission de quelque chose, qui ne peut être qu'une radiation ou une émanation; voici comment j'ai éclairci ce point.

» J'ai disposé sur la plaque sensible une petite lame de zinc pliée à angle droit; une des branches reposait horizontalement sur la plaque, tandis que l'autre s'élevait verticalement; en face de cette dernière branche, à une distance de 3^{mm}, se trouvait un carton vertical, percé d'une fenêtre partant de la plaque. S'il s'agit d'une radiation, on devra observer sur la plaque la trace d'une ombre et d'une pénombre d'après les lois géométriques du rayonnement. Or, rien de tel ne se produit : une teinte grise dégradée s'étend à partir du zinc, non seulement à l'intérieur de la fenêtre, mais tout autour du carton, qui n'a préservé que le trait par lequel il reposait sur la plaque. Dans une autre expérience j'ai placé le zinc sur un pont en carton de 6^{mm} de haut; l'effet s'est étendu tout autour, et aussi en dessous en teinte dégradée. Une pièce d'argent, légèrement soulevée, a laissé passer l'effet en dessous, sauf sur la région même de contact avec la plaque. Dans ces expériences, et dans beaucoup d'autres, *l'obstacle est tourné*. L'effet est donc dû, non à une radiation, mais à une émanation.

» D'autre part, les éléments de l'air n'interviennent pas, car je n'ai pas trouvé de différence appréciable en développant, dans un même bain, deux

plaques du même paquet, soumises, pendant quarante-huit heures, aux deux moitiés d'une même lame de zinc, l'une dans l'air, l'autre dans le vide de la machine pneumatique.

» Il ne reste plus alors à invoquer, comme cause, que la *vapeur de zinc*.

» Cette émanation diminue lentement au fur et à mesure que la surface du métal s'oxyde; mais le décapage lui restitue toute son énergie. L'intensité n'augmente pas sensiblement après une exposition, même prolongée, à la lumière solaire.

» Il ne suffit pas de plonger la plaque dans l'eau pour faire apparaître l'image; le révélateur est indispensable. D'ailleurs, rien ne se produit sur les papiers au chlorure et à l'azotate d'argent, ni au bichromate de potasse, ni au sulfate de cuivre, à l'état sec. Il est donc probable que la vapeur de zinc amorce seulement la réduction du bromure d'argent qui est complétée par le révélateur.

» Cette vapeur traverse facilement jusqu'à trois épaisseurs de papier écolier fort, ainsi que le papier photographique albuminé ordinaire, et, plus difficilement, le papier au gélatinobromure; les parties claires ou foncées d'une épreuve ne présentent pas de différence au passage; le papier noir est peu traversé; le carton arrête. Le bois ne laisse passer qu'en faible épaisseur, et d'autant moins qu'il est plus serré. Les métaux, le verre, les substances cristallisées, la gomme, et en général les corps *compacts*, forment obstacle. L'encre d'imprimerie sèche est traversée, tandis que l'encre à écrire ne l'est pas, sans doute à cause de la gomme et des cristaux qu'elle contient.

» Une plaque, enfermée pendant quarante-huit heures dans une boîte avec du zinc décapé, placé de façon que sa vapeur agisse sur la plaque, non directement mais par diffusion à distance dans l'air, accuse un voile prononcé, dont sont seules exemptes les parties protégées par le contact immédiat d'un corps non poreux.

» M. Demarçay a montré, en 1882 (1), que la volatilité existe déjà dans le vide pour certains métaux, à des températures relativement peu élevées, par exemple pour le zinc à 184°. Aujourd'hui, grâce à l'extrême sensibilité du gélatinobromure, la production de vapeur de zinc est mise en évidence à la pression et à la température ordinaires. Ce résultat n'est pas seulement intéressant au point de vue théorique; il conduit à plusieurs conséquences pratiques importantes. On peut, par exemple, remplacer la lumière pour

(1) *Comptes rendus*, 24 juillet 1882.

certaines reproductions par une feuille de zinc bien décapée; la porosité des corps interposés se substitue alors à la transparence. On voit aussi qu'il est prudent d'exclure le zinc des boîtes, châssis et appareils photographiques; ou, si on l'emploie, il est indispensable de le recouvrir de corps compacts, comme le papier noir collé à la gomme, sans laisser aucune partie à nu. Il faut encore tenir compte de cette action dans la photographie au travers des corps opaques.

» La poudre de zinc, même simplement frottée sur du papier, est au moins aussi énergique qu'une lame de métal [1].

» Le magnésium et le cadmium donnent le même effet que le zinc, à l'intensité près; je n'ai rien obtenu avec le plomb, l'étain, le cuivre, le fer et l'aluminium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du peroxyde d'azote sur le trichlorure d'antimoine*. Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Troost.

« En 1889, M. Besson mentionnait l'action du peroxyde d'azote sur le trichlorure d'antimoine comme donnant naissance à une matière noirâtre renfermant des vapeurs nitreuses; mais il n'a pas étudié la réaction, et, depuis cette époque, aucun savant n'a repris l'étude de la question. C'est cette étude qui fait l'objet de la présente Note.

» Lorsqu'on fait passer du peroxyde d'azote sur le trichlorure d'antimoine, à froid, il se colore superficiellement en jaune. L'absorption du gaz, faible en ce cas, est beaucoup plus grande lorsqu'on élève la température jusqu'au point de fusion du chlorure. Le liquide se colore rapidement en jaune pâle, jaune foncé et même, l'action continuant, en rouge. Si on laisse refroidir lentement, le chlorure se solidifie en conservant une teinte plus ou moins foncée. Mis dans le vide, il perd lentement le gaz absorbé, et, au bout d'un temps suffisamment long, il n'en renferme plus trace. Il en est de même lorsqu'on laisse ce corps au contact de l'air sec et sans cesse renouvelé.

» Le problème classique de l'absorption des gaz par les liquides ou les solides a été maintes fois traité : ou bien le gaz est absorbé avec formation d'un composé défini plus ou moins stable, ou bien le gaz se dissout tout simplement, comme le fait l'air atmosphérique dans l'eau.

---

(1) Je me suis servi surtout de plaques Lumière, marque bleue, et du révélateur au métol.

» Si, dans le cas de l'absorption du peroxyde d'azote par le protochlorure d'antimoine, nous avons affaire à un composé défini, il est évident que ce composé est dissociable à température ordinaire. Il doit suivre, par conséquent, les lois générales de la dissociation : le dégagement du gaz doit s'arrêter à une certaine température T, lorsque sa pression atteint une valeur H, constante pour chaque température. Si, au contraire, le peroxyde d'azote se dissout seulement dans le trichlorure d'antimoine, la pression h que le gaz peut atteindre est fonction en même temps de la température et de la quantité de gaz dissoute. Cette pression croît et décroît comme la quantité de gaz absorbée.

» La mesure de la pression pouvait donc seule résoudre le problème; elle offre ici quelques difficultés : on ne peut, en effet, la mesurer avec un baromètre, car le mercure est attaqué, dès la température ordinaire, par le peroxyde d'azote. Je n'ai pu davantage réussir à protéger la surface du mercure par un liquide convenable. Tous les liquides essayés offraient en effet le grand inconvénient de dissoudre une quantité notable de gaz.

» La méthode que j'ai employée est extrêmement simple : elle consiste à laisser le composé saturé de peroxyde d'azote établir, à température déterminée, sa tension maxima dans une atmosphère parfaitement desséchée. On prélève dans cette atmosphère un volume déterminé de gaz. Ce gaz est ensuite traité par une dissolution alcaline étendue. Dans la liqueur, on dose, par le permanganate, l'acide azoteux provenant de la décomposition du peroxyde d'azote d'après l'équation

$$\mathrm{Aq} + 4\,\mathrm{Az O^2} = \mathrm{Az^2 O^3} + \mathrm{Az^2 O^5} + \mathrm{Aq}.$$

» La mesure de la tension, opération si délicate en employant le baromètre, se trouve ramenée dans ce cas à une série de dosages de l'acide azoteux. En effet, du dosage de l'acide azoteux on déduit facilement la quantité correspondante de peroxyde d'azote p. Soit V_t le volume prélevé à la température t. Soit d_t la densité du peroxyde d'azote à cette température, soit h la pression cherchée, H la pression atmosphérique au moment de l'expérience, on a

$$p = V_t d_t \times 1{,}293 \times \frac{h}{H},$$

d'où

$$h = \frac{Hp}{V_t d_t \times 1{,}293}.$$

» L'appareil dont je me suis servi est formé de deux tubes cylindriques A et B pouvant être mis en communication par un robinet à trois voies. La troisième voie

communique avec un appareil à acide carbonique. Le tube A renfermant la substance est maintenu à une température constante à l'aide d'un bain-marie convenablement réglé. Le tube B de volume connu sert à prélever le gaz et est maintenu également à température constante au moyen d'un courant d'eau froide. A peut être mis, par un robinet, en communication avec une source de peroxyde d'azote, B est muni également d'un robinet qui sert à la sortie du gaz, lorsque le robinet à trois voies fait communiquer A et B.

» Pour faire l'expérience le protochlorure d'antimoine a été placé en A, A a été mis en communication avec B. On fait arriver en A du peroxyde d'azote, il sature peu à peu le chlorure d'antimoine maintenu à 75° et s'échappe par le robinet de B (1); puis on ferme *a* et *b*. Le gaz se trouve après un certain temps sous la pression maxima qu'il puisse atteindre à cette température. On supprime la communication c_{AB} et l'on met le robinet dans la position c_{BC}, on ouvre ensuite *b*. Le gaz qui s'échappe est recueilli dans une dissolution étendue de potasse. De la quantité de permanganate décoloré on déduit la pression. Cette pression est égale à la tension du gaz à la température de 75°.

» On établit à nouveau, après avoir fermé *b*, la communication c_{AB}. Après un temps suffisamment long, on détruit cette communication pour établir c_{BC}, on ouvre *b* et dans la dissolution étendue de potasse où le gaz a barboté, on fait à nouveau un dosage d'acide azoteux.

» Si l'absorption du gaz a donné naissance à un composé défini, à partir d'un certain moment, les différentes tensions, calculées comme je l'ai dit, doivent être égales (2).

» Dans mes expériences, j'avais une dissolution titrée de permanganate de potasse, telle que 1^{cc} de cette solution correspondait exactement à $0^{mg},8$ d'anhydride azoteux (Az^2O^3). La température de B étant toujours restée comprise entre 22 et 24°, j'ai pris pour la densité du peroxyde d'azote 2,52 (3). On avait, en outre, $V_{(16^\circ)} = 130,99$ à 16°. J'ai pris approxi-

(1) Pour abréger j'appelle *c* le robinet à trois voies, *a*, *b* les robinets extrêmes de A et de B. J'appelle C la source d'acide carbonique. c_{AB} indique que le robinet à trois voies fait communiquer A et B de même pour c_{Aa}, c_{BC}, c_{ABC}.

(2) Je ferai remarquer cependant que si la capacité de A était telle que la tension maxima ne puisse s'établir, les pressions observées iraient sans cesse en décroissant, mais deux dosages consécutifs devraient alors correspondre à des pressions qui seraient entre elles comme les volumes de A et de B, c'est-à-dire dans un rapport constant, d'après la loi de Mariotte. Il n'en est rien. Du reste, s'il en était ainsi en établissant la communication $c_{A.B.C.}$, tout le peroxyde d'azote serait chassé de l'appareil, et en répétant l'expérience comme précédemment, on ne devrait plus avoir d'acide azoteux. L'expérience prouve le contraire.

(3) C'est la densité trouvée pour ce gaz à 24°,5 par Playfair et Vanklyn (*Société chimique de Londres*, 15; 142).

mativement $V_{(22-24^\circ)} = 131^{cc}$, l'erreur ainsi commise étant insignifiante. Le Tableau suivant résume les résultats des différents dosages :

Température de B.	Nombre de centimètres cubes de MnO^4K décolorés.	Quantités correspondantes de Az^2O^3.	Quantités correspondantes de AzO^2.	Pression atmosphérique.	Tension du gaz.
22°,5	143cc	114mg,4	277mg,5	756	491mm
23	82,5	66	160,1	762	283
22,7	40	32	77,6	767	139
24	14,5	11,6	28,1	759	49
23,2	3,5	2,7	6,5	758	11
22,5	0,9	0,72	1,7	764	3

» Ces nombres montrent nettement que le peroxyde d'azote ne se combine pas au protochlorure d'antimoine ([1]). Dans une prochaine Note, j'étudierai la loi de dissolution de ce gaz dans le composé d'antimoine.

» Le bromure d'antimoine donne lieu aux environs de son point de fusion à un dégagement de brome lorsqu'on le soumet à l'action du peroxyde d'azote, en même temps que ce gaz est absorbé. Il est probable que là encore il n'y a qu'une simple dissolution et non formation d'un composé défini, en même temps que production d'oxybromure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action d'une haute température sur quelques sulfures.* Note de M. **A. Mourlot**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans quelques Notes précédentes, nous avons déjà montré que, sous l'influence de la température élevée développée par l'arc électrique, on pouvait arriver à la cristallisation des sulfures ou en obtenir la réduction. Nous présenterons aujourd'hui le résultat de nos recherches en ce qui concerne les sulfures de plomb, d'antimoine, de zinc, de cadmium et d'aluminium.

» I. *Sulfure de plomb.* — Ce sulfure a déjà été reproduit, cristallisé sous sa forme naturelle (galène), par Becquerel ([2]), Fremy, de Senarmont ([3]),

---

([1]) La variation de la densité du peroxyde d'azote sous l'influence de la pression ne peut expliquer une variation aussi grande dans les tensions observées.

([2]) Becquerel, *Comptes rendus*, t. XLIV; 1857.

([3]) De Senarmont, *Comptes rendus*, t. XXXII; 1851.

Durocher [1], Schlagdenhauffen, Sidot. On sait, d'ailleurs, qu'en fondant une grande masse de sulfure de plomb, on peut obtenir une masse à texture cristalline, présentant des clivages assez nets.

» Nous avons chauffé à des températures différentes le sulfure de plomb amorphe.

» Une première expérience a été faite avec le four électrique, petit modèle, de M. Moissan, alimenté par un courant de 35 volts et de 50 ampères; après vingt minutes de chauffe environ l'opération a été arrêtée. Le creuset renfermait une matière fondue dont la surface était hérissée de cristaux très nets et très brillants; on rencontrait également ces cristaux sur les parois du creuset, ce qui indiquait nettement un phénomène de volatilisation. Ces cristaux cubiques, très réguliers, ont été analysés; ils ont fourni les chiffres suivants :

	Première analyse.	Théorie.
Pb	86,60	82,62
S	13,35	13,38

» Leur densité est de 7,48.

» Leurs propriétés chimiques les identifient avec la galène.

» Dans un autre essai, la durée de la chauffe a été prolongée pendant quarante minutes; dans ces conditions nous avons obtenu dans le creuset un culot recouvert de cristaux et formé de deux couches superposées; la couche inférieure métallique, se rayant par l'ongle, est constituée par du plomb pur. La partie supérieure fondue, à texture cristalline, a été analysée et nous avons obtenu :

		Théorie pour PbS.
Pb	86,59	86,62
S	13,4	13,38

» Cette expérience nous permet de mettre en doute l'existence d'un sous-sulfure de plomb; du moins, dans l'action du plomb sur la galène, nous n'avons pu constater sa formation.

» Nous avons recherché ensuite si des courants plus intenses pouvaient produire la désulfuration complète de la galène; ce résultat a été obtenu en soumettant, pendant dix minutes, le sulfure de plomb à l'action d'un courant de 300 ampères et de 60 volts.

» Ajoutons que l'action de la chaleur sur un mélange de sulfate de plomb et de charbon nous a fourni également le sulfure cristallisé.

» *Sulfure d'antimoine.* — Le sulfure d'antimoine s'obtient cristallisé, avec facilité, par simple fusion; aussi avons-nous surtout étudié l'action de l'arc électrique.

---

(1) DUROCHER, *Comptes rendus*, t. XXXII; 1851

» Comme pour le plomb nous avons procédé, dans une première chauffe, avec un courant de 35 volts et de 50 ampères; nous avons alors obtenu un culot présentant deux couches superposées. La couche inférieure était constituée par de l'antimoine pur sans trace de soufre; la couche supérieure était la stibine. A l'analyse les chiffres ont été :

	I.	II.	III.	Théorie pour Sb^2S^3.
Sb	71,4	71,72	71,76	71,42
S	28,6	28,25	28,24	28,57

» Le sulfure d'antimoine est donc décomposable en donnant le métal exempt de soufre, sans que l'on puisse, dans ces conditions, constater la formation d'un sous-sulfure.

» Nous avons employé ensuite des courants plus intenses de 300 ampères et de 60 volts; en quelques minutes la désulfuration est complète, et il y a production d'antimoine métallique pur.

» *Sulfure de zinc.* — Le sulfure de zinc cristallisé dans le système hexagonal (würtzite) a été découvert par MM. Henri Sainte-Claire Deville et Troost ([1]), et reproduit par M. Hautefeuille ([2]).

» Pour réaliser cette cristallisation, nous chauffons le sulfure de zinc amorphe, dans le tube en charbon d'un four électrique alimenté par un courant de 300 ampères et de 60 volts, pendant quelques minutes. Il y a volatilisation du sulfure sans traces de réduction. Il se produit des cristaux prismatiques hexagonaux, agissant fortement sur la lumière polarisée; leur densité est de 3,98. Ces caractères physiques, ainsi que l'ensemble de ses propriétés chimiques, l'identifient avec la würtzite.

» L'analyse nous a donné :

		Théorie.
Zn	67,30	67,4
S	32,55	32,6

» *Sulfure de cadmium.* — La cristallisation de ce sulfure a été également réalisée par MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, puis par M. Hautefeuille.

» Nous la réalisons très facilement au moyen du four électrique en nous plaçant dans les mêmes conditions que pour le sulfure de zinc.

» Les cristaux obtenus sont identiques à la greenockite.

» L'analyse nous a donné :

	Analyse.	Théorie.
Cd	77,73	77,77
S	22,24	22,22

» *Sulfure d'aluminium.* — Ce sulfure a été déjà préparé par de nom-

([1]) Sainte-Claire Deville et Troost, *Annales*, 1861, *Comptes rendus*, t. LII; 1861.
([2]) Hautefeuille, *Comptes rendus*, t. XCIII; 1881.

breux expérimentateurs, Fremy, Sabatier ([1]), Knapp et Ebel, Vincent, Stein.

» Reichel ([2]) le prépare en conduisant la vapeur de soufre sur de l'aluminium chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène.

» Nous avons vérifié que l'action de l'hydrogène sulfuré nous donne le même résultat; dans cette réaction, il s'est souvent formé un anneau de sulfure volatil, décomposable par l'eau, qui n'était autre que du sulfure de silicium provenant du silicium contenu dans l'aluminium industriel.

» Nous avons préparé en outre du sulfure d'aluminium en utilisant la réaction déjà indiquée en 1861 par Ch. Tissier ([3]), qui consiste à réduire certains sulfures métalliques par l'aluminium.

» Notamment, en chauffant au four électrique la stibine en excès avec de l'aluminium, on obtient de l'antimoine volatilisé et il reste un sulfure d'aluminium assez pur et fondu.

» Le sulfure d'aluminium, preparé par l'un ou l'autre de ces procédés, a été chauffé au four électrique avec un courant de 300 ampères et de 50 volts; on observe la fusion sans volatilisation apparente ni réduction. La masse obtenue, fondue, présente une structure cristalline, ainsi que toutes les propriétés du sulfure d'aluminium Al^2S^3.

Analyse.

		Théorie.
S	63,95	64
Al	36,02	36

» *En résumé,* nous avons, au moyen du four électrique, obtenu la cristallisation des sulfures de plomb, d'antimoine, zinc et cadmium.

» Nous avons montré que, parmi ces sulfures, les deux premiers se décomposent en métal pur sans formation de sous-sulfure; enfin, nous avons établi la stabilité des sulfures de zinc, cadmium et aluminium ([4]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux isomères de l'anéthol.* Note de M. **Charles Moureu**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'anéthol, principe immédiat que renferme en abondance l'essence d'anis, est identique au parapropénylanisol $C^6H^4 \begin{cases} OCH^3 \ (1) \\ CH{=}CH{-}CH^3 \ (4) \end{cases}$.

([1]) Fremy, Sabatier, *Ann.*, 8e série, t. XXXVIII.

([2]) Reichel, *J. f. pr.*, 8e série, t. LV.

([3]) Ch. Tissier, *Comptes rendus*, t. LII, 1861; *Ann. de Chim. et de Pharm.*, 1861.

([4]) Ce Travail a été fait au Laboratoire des Hautes Études de l'École de Pharmacie.

Cette constitution ressort nettement de la belle synthèse qu'en fit Perkin en 1877 ([1]), en soumettant à la distillation sèche l'acide méthylparapropiocoumarique $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\,(1)\\ CH = \underset{|}{C} - CO^2H\,(4)\\ \quad\;\; CH^3\end{array}\right.$.

» Jusqu'ici on ne connaissait de ce composé qu'un seul isomère, l'estragol, que M. Grimaux a récemment transformé en anéthol au moyen de la potasse alcoolique. Le présent Mémoire a pour objet la préparation synthétique et l'étude de deux nouveaux isomères. L'un d'eux est l'orthopropénylanisol $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\,(1)\\ CH = CH - CH^3\,(2)\end{array}\right.$; je l'appellerai *orthoanéthol*. L'autre est le métapropénylanisol $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\,(1)\\ CH = \underset{|}{C} - CO^2H\,(3)\\ \quad\;\; CH^3\end{array}\right.$; je l'appellerai *métaanéthol*.

» J'ai suivi une méthode analogue à celle qui m'a conduit à la synthèse de l'isosafrol en partant du pipéronal ([2]).

» On fait réagir à chaud l'anhydride propionique et le propionate de soude sec soit sur l'aldéhyde orthométhoxybenzoïque $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\,(1)\\ CHO\,(2)\end{array}\right.$, soit sur l'aldéhyde métaméthoxybenzoïque $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\,(1)\\ CHO\,(3)\end{array}\right.$. Pendant toute la durée de l'opération, il se dégage de l'acide carbonique, provenant de la décomposition de l'acide non saturé qui a pris naissance, acide méthylorthopropiocoumarique ou acide méthylmétapropiocoumarique. En même temps, il y a production du composé propénylique correspondant, orthopropénylanisol ou parapropénylanisol :

$$\text{I.}\quad \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3(1)\\ CH = \underset{|}{C} - CO^2H(2)\\ \quad\;\; CH^3\end{array}\right.}_{\text{Acide méthylorthopropiocoumarique.}} = CO^2 + \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3(1)\\ CH = CH - CH^3(2)\end{array}\right.}_{\text{orthopropénylanisol.}}$$

$$\text{II.}\quad \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3(1)\\ CH = \underset{|}{C} - CO^2H(3)\\ \quad\;\; CH^3\end{array}\right.}_{\text{Acide méthylmétapropiocoumarique.}} = CO^2 + \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3(1)\\ CH = CH - CH^3(3)\end{array}\right.}_{\text{métapropénylanisol.}}$$

([1]) PERKIN, *Berichte*, t. X, p. 1604.
([2]) CH. MOUREU, *Comptes rendus*, 30 mars 1896.

» Le mode opératoire est le suivant :

» On chauffe pendant six heures, au réfrigérant à reflux, poids égaux d'aldéhyde, d'anhydride propionique et de propionate de soude sec. Lorsque la réaction est terminée, on fait passer dans la masse un courant de vapeur d'eau. Celle-ci décompose l'anhydride en excès, et entraîne l'acide propionique, l'aldéhyde qui n'a pas réagi, et le propénylanisol formé. La liqueur distillée est alcalinisée par la soude et épuisée à l'éther, qui dissout le propénylanisol et l'aldéhyde. On agite la solution éthérée avec du bisulfite de soude pendant plusieurs jours, afin d'éliminer complètement l'aldéhyde. Le propénylanisol ainsi purifié est desséché sur le chlorure de calcium et soumis à la rectification.

» L'orthoanéthol (orthopropénylanisol) bout à 220°-223° (non corr.) sous la pression normale. C'est un liquide dont l'odeur est analogue à celle du vératrol. Sa densité à 0° est 1,0075. Il ne se solidifie pas lorsqu'on le refroidit à — 23°. En solution chloroformique et à 0°, il absorbe immédiatement une molécule de brome.

Hydrogène..........	8,30 et 8,58	Calculé.........	8,10
Carbone.............	81,10 et 81,11	»	81,08

» Le métaanéthol (métapropénylanisol) est un liquide qui distille à 226°-229° (non corr.) sous la pression ordinaire. Son odeur rappelle assez exactement celle de la résine élémi. Il a pour densité à 0° 1,0013. Il ne se solidifie pas à — 23°. A 0° et en solution chloroformique, il absorbe immédiatement une molécule de brome :

Hydrogène	8,52	Calculé	8,11
Carbone	81,22 et 81,13	»	81,08

» Les acides non saturés correspondant aux deux nouveaux anéthols (acides méthylpropiocoumariques) ne diffèrent de ces derniers que par les éléments de l'acide carbonique en plus. Il est facile de les retrouver parmi les produits de la réaction.

» A cet effet, le résidu liquide, après l'entraînement par la vapeur d'eau (voir plus haut), est rendu alcalin par la soude, filtré, et additionné d'acide chlorhydrique en léger excès. L'acide non saturé se sépare rapidement. On le purifie par cristallisation dans l'alcool à 80°.

» L'acide méthylorthopropiocoumarique ainsi obtenu se présente sous la forme d'aiguilles blanches, fusibles à 107°-108°. Il est peu soluble dans l'eau froide, assez soluble dans l'eau à l'ébullition. Son sel d'argent cristallise dans l'eau bouillante en aiguilles très fines, qui se colorent lentement à l'air :

Argent	36,2	Calculé............	36,1 pour 100

» Il est identique au produit de Perkin et Fletcher [1].

» L'acide méthylmétapropiocoumarique forme de longues aiguilles brillantes, fondant à 92°-93°,5. Ce nouvel acide est légèrement soluble dans l'eau bouillante.

Hydrogène.......	6,66 et 6,80	Calculé............	6,25
Carbone.........	69,26 et 69,1	Calculé...........	68,76

» *Remarque.* — L'orthoanéthol et le métaanéthol, qui font l'objet de cette Note, n'ont pas encore été rencontrés dans la nature. Au contraire, le paraanéthol s'y trouve en abondance; un travail récent et très complet de MM. Bouchardat et Tardy a établi notamment que ce composé formait les $\frac{19}{20}$ au moins de l'essence d'anis du commerce. Nous pensons toutefois que les deux nouveaux anéthols doivent exister dans certaines essences végétales, et, de préférence, l'isomère ortho, les dérivés méta étant, comme l'on sait, peu répandus dans la nature. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'éthyloxalyle sur le naphtalène en présence du chlorure d'aluminium.* Note de M. L. **Rousset**, présentée par M. Friedel.

« La méthode au chlorure d'aluminium, de MM. Friedel et Crafts, appliquée au chlorure d'éthyloxalyle, a permis à M. Bouveault de réaliser la synthèse des acides α-cétoniques et des aldéhydes aromatiques. Sur ses conseils, j'ai appliqué cette réaction à la série du naphtalène. Je me propose aujourd'hui de faire connaître les résultats obtenus par l'action du chlorure d'éthyloxalyle sur le naphtalène en présence du chlorure d'aluminium.

» En faisant tomber, par petites portions, le chlorure d'éthyloxalyle dans une solution sulfocarbonique de naphtalène tenant en suspension le chlorure d'aluminium, on obtient avec un rendement de 50 pour 100 le mélange de naphtylglyoxylates d'éthyle bouillant entre 200°-210° sous 10^{mm}.

» Ce mélange constitue un liquide visqueux que l'on traite en solution méthylalcoolique par son poids d'acide picrique. Dans ces conditions, comme je l'ai déjà montré [2], un seul des éthers se combine à l'acide picrique pour donner un picrate

---

(1) *Chemical Society,* t. XXXIX, p. 446 et 449.

(2) *Bulletin de la Soc. Ch.,* 2e série, t. XV, p. 65.

cristallisé. Ce picrate constitue de belles aiguilles jaunes fusibles à 77° et répond à la formule $C^{10}H^7 - CO - CO^2C^2H^5, C^6H^2(AzO^2)^3OH$.

» Décomposé par le carbonate de soude, il fournit l'α-naphtylglyoxylate d'éthyle bouillant à 213°-215° sous 23mm. C'est un liquide peu coloré, visqueux, de densité à 0° égale à 1,19.

» En le saponifiant par la soude en solution aqueuse, on obtient l'acide α-naphtylglyoxylique $C^{10}H^7 - CO.CO^2H$, qui cristallise dans le benzène en beaux cristaux brunissant à 95° et fondant à 100°. Ces cristaux contiennent du benzène; ils s'effleurissent à l'air en devenant opaques et, après dessiccation, ils fondent à 107°-108° en se décomposant.

» Cet acide a déjà été préparé par MM. Claus et Feist (1). Ils le décrivent comme fondant à 113°,5, mais leur acide provenait de l'oxydation par le permanganate de potassium de l'α-méthylnaphtylcétone qu'ils n'ont pas su purifier.

» Traité par l'hydroxylamine, l'acide précédent fournit une oxime fusible à 193°-195° en se décomposant. Cette oxime distillée dans le vide se décompose suivant la réaction

$$C^{10}H^7 - C\begin{matrix}\nearrow AzOH \\ \searrow COOH\end{matrix} = H^2O + CO^2 + C^{10}H^7 - CAz.$$

» Le nitrile obtenu bout de 170° à 175° sous 20mm. Il cristallise et fond à 34°. C'est l'α-naphtonitrile qui, d'autre part, a été caractérisé par son picrate fusible à 97°. La formation de ce nitrile établit la constitution des corps précédents.

» La solution alcoolique provenant de la préparation du picrate de l'α-naphtylglyoxylate d'éthyle fournit, après décomposition par le carbonate de soude, un éther bouillant à 212°-215° sous 20mm, de densité à 0° égale à 1,18 et de formule

$$C^{10}H^7 - CO - CO^2C^2H^5.$$

» C'est le β-naphtylglyoxylate d'éthyle impur qui, saponifié par la soude, donne l'acide β-naphtylglyoxylique. Cet acide n'a pu être isolé à l'état de pureté, ni un de ses dérivés.

» Ces acides, chauffés avec l'aniline, donnent des phénylimides qui, bouillies avec l'acide sulfurique dilué, fournissent les aldéhydes naphtoïques.

» L'aldéhyde α-naphtoïque constitue un liquide bouillant à 149° sous 9mm, s'oxydant facilement à l'air et qui, par l'acide picrique, donne un picrate fusible à 94°

$$C^{10}H^7 - COH, C^6H^2(AzO^2)^3OH.$$

Son hydrazone cristallise dans l'acide acétique en aiguilles jaunes fusibles à 152° et de formule

$$C^{10}H^7 - CH = Az - Az = CH - C^{10}H^7.$$

» Pour obtenir l'aldéhyde β-naphtoïque, on traite le mélange des aldéhydes naph-

(1) *Berichte*, t. XIX, p. 3180.

toïques par l'acide picrique en solution alcoolique. Les eaux mères décomposées par le carbonate de soude donnent l'aldéhyde β-naphtoïque qui, après plusieurs cristallisations dans l'alcool à 60° et dans la ligroïne légère, forme de petites aiguilles blanches fusibles à 60°.

» Ces aldéhydes ont déjà été préparées par MM. Bamberger et Lodter [1] d'une part, et par MM. Battershall [2], Schulze [3], Bamberger et Böckmann [4] d'autre part [5] ».

MINÉRALOGIE. — *Sur la greenockite amorphe du Laurium.* Note de M. **Christomanos**, présentée par M. Fouqué.

« Parmi les divers produits minéraux du Laurium prédominent la smithsonite et la calamine. C'est surtout aux mines de Camariza et de Mercati que l'on rencontre des calamines basiques jaunes, contenant du cadmium, soit à l'état de carbonate, soit à l'état de sulfure.

» Un des échantillons rares, presque diaphane, d'un jaune vif de succin, a donné à l'analyse :

	Pour 100.		Pour 100.
ZnO	62,06	soit $ZnCO^3$	92,57
CdO	2,70	$CdCO^3$	2,62
FeO	0,592	CdS	0,85
CaO	0,123	ZnO	2,07
MgO	0,219	$FeCO^3$	0,81
Al^2O^3	0,020	Fe^2O^3	0,08
SiO^2	0,180	$CaCO^3$	0,22
S	0,190	$MgCO^3$	0,46
CO^2	33,895	Al^2O^3	0,02
		SiO^2	0,18
	99,979		99,88

» Sur la surface, comme dans les fissures et dans les cavités de ces échantillons, se trouve un sédiment pulvérulent, en grains très fins accumulés, d'une couleur orange très éclatante, qui ne présente aucune trace de cristallisation ou de clivage, même au microscope.

---

(1) *Berichte*, 1re série, t. XXI, p. 259.
(2) *Annales*, 1re série, t. CLXVIII, p. 116.
(3) *Berichte*, 1re série, t. XVII, 1530.
(4) *Berichte*, 1re série, t. XX, p. 1118.
(5) Laboratoire de M. Barbier, Faculté des Sciences de Lyon.

» Cette poudre a la composition suivante :

	Pour 100.
Cadmium	77,22
Soufre	22,47
Zinc	traces
Bioxyde de carbone	traces
	99,69

» Chauffée au chalumeau, elle devient rouge grenat en décrépitant; chauffée sur le charbon seul, ou avec du carbonate de sodium, elle forme un dépôt brunâtre; chauffée avec de l'acide chlorhydrique, elle se dissout entièrement en développant du gaz sulfhydrique.

» Son poids spécifique est égal à 4,77, sa dureté est comprise entre 3 et 4.

» Toutes ces qualités indiquent que cette poudre, entièrement amorphe, est de la greenockite.

» Ce minerai, primitivement signalé en Écosse, s'y présente ordinairement cristallisé en hémimorphies hexagonales; c'est probablement au Laurium qu'il a été signalé, pour la première fois, à l'état amorphe ([1]). La greenockite amorphe du Laurium se trouvant déposée à la surface des calamines jaunes, cadmifères, il est probable que le sulfure de cadmium a été précipité d'une solution de bicarbonates de zinc et de cadmium par du gaz sulfhydrique, ce qui se laisse aisément répéter par l'expérience. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur les effets des injections intraveineuses massives des solutions salines simples et composées. (Détermination de leur valeur en vue de leur application à la Thérapeutique.)* Note de MM. **Bosc** et **Vedel**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons entrepris l'étude expérimentale des *injections intraveineuses massives* des solutions salées. Il ne s'agit pas du *lavage du sang*, tel que l'entendent MM. Dastre et Loye, mais de l'introduction dans les veines, en un coup, d'une grande quantité de liquide.

» Nous avons expérimenté des solutions de chlorure de sodium seul et des solutions de chlorure de sodium et de sulfate de soude, désignées ordinairement sous le nom de *sérum artificiel, solution physiologique*. Pour éviter toute équivoque, nous désignons sous le nom de *solution salée simple* la

([1]) Lacroix, *Bulletin de la Soc. Min.*, t. VII, p. 463.

solution de chlorure de sodium seul, et sous celui de *solution saline composée* la solution de chlorure de sodium, sulfate de soude et autres sels.

» Avant d'étudier les effets de ces solutions, nous avons recherché si le *véhicule,* eau distillée ou eau ordinaire, introduit avec une telle abondance dans le sang, n'a pas des effets qui lui soient propres.

» I. Rôle du véhicule. — 1° *L'eau distillée,* introduite dans les veines, n'a entraîné la *mort immédiate* qu'à des doses élevées; 90^cc^ à 102^cc^ chez le lapin, 160^cc^ à 190^cc^ chez le chien, par kilogramme. L'eau distillée semblerait donc peu nocive et cependant l'étude de sa *toxicité éloignée* nous montre qu'elle produit des phénomènes de la plus haute gravité et la mort, même à doses faibles : 30^cc^, 25^cc^, 20^cc^ chez le lapin. Les évacuations sanglantes, les hémorragies et les lésions globulaires sont les traits dominants de cette intoxication. Comme conclusion pratique : *l'eau distillée, introduite dans les veines, est nuisible même à doses faibles; il serait par suite très dangereux de l'injecter seule dans les veines de l'homme malade; elle doit être rejetée d'une façon générale en tant que véhicule de toutes substances à introduire directement dans le sang.*

» 2° L'*eau ordinaire* est au contraire dépourvue de toute toxicité. Elle tue immédiatement aux mêmes doses que l'eau distillée, mais aux doses très élevées de 120^cc^, 130^cc^ par kilogramme chez le chien, de 45,50 chez le lapin, elle n'entraîne ni la mort ni des effets nuisibles. Elle produit en outre des *effets particuliers :* une élévation passagère de la température de $\frac{6}{10}$ à 1°, une diurèse abondante, sans hématurie. Ses effets nuisibles sur les globules rouges sont bien moins marqués que ceux de l'eau distillée. *L'eau ordinaire pourrait donc, à la rigueur, être introduite seule et à haute dose dans les vaisseaux.*

» II. Étude des sels et des solutions salines (*salée simple, saline composée*). — 1° *Solution salée simple.* — Le rôle du véhicule étant déterminé, reste à rechercher les effets des solutions salées dont le chlorure de sodium est l'élément indispensable.

» *a.* Les *solutions fortes* nous ont permis d'étudier le degré et les caractères de la toxicité du chlorure de sodium et de fixer la dose à laquelle il devient nuisible. Nous avons employé la solution de 10 pour 100 chez le lapin, de 7 pour 100 chez le chien. Ces solutions ne tuent qu'à doses élevées (4 à 5^gr^ pour le lapin, 3^gr^,4 pour le chien, par kilogramme); on peut tripler la quantité de chlorure de sodium du sang sans tuer l'animal. Les effets varient avec les doses : la respiration est toujours ralentie, le cœur accéléré; la température s'élève de 1°,5 à 2°, aux doses faibles, et arrive à un chiffre hyperthermique (42°,3) aux doses mortelles; les mictions sont abondantes, claires, tardives; le système nerveux n'est pas touché aux doses faibles; aux doses tardivement mortelles, il se produit de l'inquiétude, des spasmes musculaires, des attaques convulsives; aux doses rapidement mortelles, la mort survient par les progrès de la résolution, sans secousses. *L'emploi de solution salée simple forte ne présente pas de danger, à condition que la quantité de chlorure de sodium injecté ne dépasse pas le triple de la quantité de chlorure de sodium du sang; c'est là une limite extrême.*

» *b. Solution faible.* — Nous avons fait chez le chien des injections massives de

solution de chlorure de sodium à 5 et 7 pour 1000, aux températures de 39°, 30° et 20°, à la vitesse de 15cc à 87cc par minute, et aux doses de 86cc à 261cc par kilogramme. Ces injections ont toujours été dépourvues de toxicité immédiate ou éloignée, alors même que l'on triple la masse du sang. Elles ralentissent la respiration, accélèrent le cœur, *ne modifient pas la pression sanguine; la température rectale et périphérique s'élève de 2° environ avec retour à la normale en quelques heures;* il se produit des *frissons* après l'injection, des *mictions abondantes claires,* qui débutent une demi-heure après. *Tous ces effets sont indépendants de la vitesse de l'injection, de la température du liquide et, à partir d'une certaine quantité, ne varient pas proportionnellement aux doses.* La solution salée à 5 pour 1000 agit moins sur la diurèse et la calorification et l'on doit lui préférer la solution à 7 pour 1000.

» 2° *Solution saline composée* (solution de chlorure de sodium et de sulfate de soude, parties égales, à 7 pour 1000).

» Nous avons fait des *injections isolées* et des *injections en série*. Les effets des injections isolées ne présentent aucune différence avec ceux des injections de solution salée simple. Les injections en série (4700cc en soixante-sept heures chez un chien de 18kg par dose quotidienne de 1000cc, 1000cc, 1200cc, 1500cc) *reproduisent, chaque fois, les mêmes effets que les injections isolées et sont aussi peu nocives.* Le sulfate de soude n'est d'aucune utilité réelle vis-à-vis des globules rouges.

» *La valeur physiologique de la solution saline composée n'est pas supérieure à celle de la solution salée simple; par suite, la solution salée simple à 7 pour* 1000 *de chlorure de sodium est suffisante et paraît la plus convenable pour les injections intraveineuses.* »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Évaporation cutanée chez le lapin. Action de la pilocarpine.* Note de M. **Lecercle**, présentée par M. Bouchard.

« Le lapin ne perd pas d'eau par la surface cutanée : c'est l'opinion de Luchsinger, acceptée par tous les physiologistes. Nous avons vérifié que le plus souvent, en effet, l'évaporation cutanée, chez cet animal, est très faible. Mais il nous est aussi arrivé, en recouvrant le train postérieur, préalablement débarrassé de poils, d'une cloche en verre, d'observer une abondante buée, signe d'une évaporation cutanée très sensible.

» Pour la mesurer, nous avons appliqué sur le train postérieur, dont les poils avaient été enlevés, une cloche en verre de 200cc, recouvrant une surface de 140cq. Nous la faisions traverser, pendant dix minutes, par des courants d'air non desséchés, dont le volume était égal à celui de l'eau qui s'écoulait d'un flacon de Mariotte servant d'aspirateur. L'expérience terminée, la cloche était reliée à un bloc cylindrique de même rayon, par un manchon de caoutchouc formant une fermeture hermétique.

et on la desséchait, ainsi que les tubes de jonction, par un courant d'air sec provoqué par une trompe. On avait recueilli, dans des tubes desséchants, la vapeur d'eau émise par l'animal et celle contenue dans le volume d'air qui avait passé pendant dix minutes. Ce dernier poids étant déterminé, on obtenait, par différence, la vapeur émise par une surface déterminée, pendant dix minutes. Un thermomètre, fixé dans la cloche, recevait la chaleur émise par rayonnement. On déterminait aussi la température rectale et la température de la peau recouverte par la cloche. L'animal était toujours attaché deux heures au moins avant l'expérience, et ses températures rectale et cutanée étaient presque absolument stationnaires.

» Le courant d'air passant avec des vitesses différentes, nous avons recherché quelle était l'influence de la vitesse sur l'évaporation. En opérant dans les circonstances les plus favorables, c'est-à-dire avec des lapins produisant de la vapeur en quantité suffisante pour la production d'une buée, nous avons reconnu que, pour des vitesses croissantes, la quantité de vapeur d'eau émise va d'abord en croissant et passe par un maximum qui n'est pas dépassé lorsqu'on fait passer dans la cloche, pendant dix minutes, un volume d'air égal ou supérieur à 3^{lit} (1).

Lapin de $2^{kg},970$.

Température			Volume d'air.	Poids de vapeur contenue dans l'air.	Poids total.	Différence.
de l'air.	rectale.	cutanée.				
$16^{o},2$	$38^{o},4$	$35^{o},6$	$0^{lit},97$	8^{mgr}	21^{mgr}	13^{mgr}
»	»	»	1,34	10	30	20
»	»	»	2,17	18	42	24
»	»	»	2,97	24	48	24
»	»	»	3,67	30	55	25
»	»	»	7,71	63	89	26

» En répétant ces expériences pendant plusieurs mois, nous avons obtenu des quantités de vapeur d'eau très variables émises, par une même surface, dans un même temps. Leur poids a varié de 2 à 28^{mgr}. Ce chiffre a été obtenu, sur des lapins, les premières fois qu'on les attachait. Au bout de quelques jours, et dans les mêmes conditions, on ne le retrouvait plus.

» Nous avons recherché l'influence de la pilocarpine sur cette évaporation. Après avoir mesuré l'évaporation cutanée, comme nous venons de le dire, nous injections, à la racine d'une cuisse, 1^{cc} de solution de chlorhydrate de pilocarpine et, cinq minutes après, nous mesurions de nouveau

(1) Il en est du reste ainsi si l'on mesure, sous des vitesses croissantes, la quantité de vapeur d'eau émise par la *main*, les conditions extérieures et physiologiques restant constantes.

la quantité de vapeur d'eau émise pendant dix minutes. Plus tard nous faisions une troisième et même une quatrième mesure.

» Nous avons observé deux réactions différentes. Chez certains lapins, il y a abondante salivation et faible augmentation dans l'évaporation cutanée. Chez d'autres, où la salivation est presque nulle, il y a notable variation dans la vapeur d'eau émise; mais, dans tous les cas, il faut des doses d'alcaloïde beaucoup plus grandes que celles qu'on donne thérapeutiquement, si l'on tient compte du poids de l'animal.

Lapin : $3^{kgr},300$ (*salive abondamment*).

	Températures					Poids		
	extérieure.	rectale.	cutanée.	par rayonnement.	Volume d'air.	de vapeur d'eau dans l'air.	total.	Différence.
					lit	mgr	mgr	mgr
Avant injection..	12,8	36,1	33,2	18,7	3,62	18	30	12
Injection de 1^{cgr}..	»	36	33,6	19,6	3,53	18	32	14
½ heure après ...	»	35,7	33,2	19,6	3,4	17	28	11
Avant injection .	13	36,7	33,5	18,4	3,38	18	22	4
Injection de 2^{cgr}.	»	36,4	33,2	19,6	3,92	22	32	10
½ heure après...	»	36,1	32,9	19,8	4,13	23	34	11

Femelle : $2^{kgr},840$ (*ne salive presque pas*).

Avant injection .	14	39	34,9	19,8	4,2	21	30	9
Injection de 1^{cgr}..	»	38,8	35,1	20,4	4,47	23	40	17
½ heure après ...	»	38,8	35,9	20,4	4,32	22	30	8
Avant injection .	13,4	39	35,9	19,2	3,8	20	28	8
Injection de 2^{cgr}..	»	38,8	34,3	20,4	3,88	21	42	21
½ heure après ...	»	38,5	34,5	20,4	3,95	21	40	19
1 heure après ...	»	38,9	35,1	20	3,96	21	29	8

» L'action de la pilocarpine est beaucoup plus manifeste chez la femelle qui ne salive presque pas. Quelle que soit la dose, on observe un abaissement de la température rectale et une élévation du thermomètre qui reçoit la chaleur rayonnée.

» La température cutanée s'est élevée après injection de 1^{cgr}. Elle a baissé après injection de 2^{cgr}. Dans la dernière expérience, on voit que, au bout d'une heure, l'action et, probablement, l'élimination de la pilocarpine étant complètes (les animaux urinent abondamment), l'évaporation cutanée est redevenue ce qu'elle était au début. En même temps, les températures rectale et cutanée se sont relevées et la température qui sert de mesure au rayonnement s'est abaissée. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques points de l'Histologie des muscles des Cirrhipèdes*. Note de M. **A. Gruvel** (¹).

« Nos recherches ont porté sur les principales espèces de Cirrhipèdes, aussi bien sessiles que pédonculés, qui nous ont déjà servi pour de précédents travaux (²).

» On rencontre chez ces animaux trois formes de tissu musculaire : 1° des fibres musculaires striées non arborescentes; 2° des fibres musculaires striées arborescentes; 3° des fibres musculaires lisses non arborescentes. Nous laissons volontairement de côté une forme déjà décrite par d'autres auteurs et par nous-même sous le nom de *fibres musculaires lisses arborescentes*, l'embryogénie nous ayant démontré que cette sorte de tissu n'est pas de nature musculaire, mais bien de nature conjonctive.

» I. *Fibres musculaires striées non arborescentes*. — Ces muscles se rencontrent d'une façon générale dans tout le corps (excepté le pédoncule et le muscle adducteur des scutes). Ils forment la masse principale de la musculature, mais leur structure est loin d'être très nette partout.

» Ce sont surtout les muscles masticateurs qui nous ont fourni les meilleures préparations.

» Au lieu d'être formée de disques superposés comme chez les Insectes, la fibrille striée des Cirrhipèdes a une structure nettement alvéolaire, en ce sens que les disques sont remplacés par des ellipsoïdes plus ou moins allongés ou aplatis, et toutes ces alvéoles sont unies entre elles par un protoplasma périphérique qui forme à l'ensemble comme une sorte de gaine.

» On trouve des parties sombres correspondant aux disques épais sombres des insectes et formés par trois alvéoles, une centrale très sombre et allongée et deux terminales plus claires et moins longues, puis à chacune des extrémités de cette partie sombre, deux alvéoles claires correspondant aux disques clairs et enfin entre deux alvéoles claires, une alvéole plus sombre, et plus renflée, qui est l'homologue du disque sombre mince des Insectes.

(¹) Nous ne faisons que résumer ici les principaux traits que l'étude nous a révélés comme intéressants, un travail plus complet devant paraître ultérieurement.

(²) A. Gruvel, *Contribution à l'étude des Cirrhipèdes* (*Archives de Zoologie expérimentale*; 1894).

» Au moment de la contraction, deux seulement de ces éléments, sur trois, semblent mis en jeu. Ce sont les alvéoles minces obscures qui se renflent légèrement en s'aplatissant dans le sens perpendiculaire à celui de la fibrille et les parties épaisses et sombres. Il semble que, des trois alvéoles qui les composent, l'alvéole centrale seule s'aplatit et, dans ces conditions, les deux stries sombres qui la séparent de ses voisines s'épaississent.

» Dans ces conditions, nous croyons pouvoir admettre que, au moment de la contraction, c'est le *protoplasma interalvéolaire* seul qui est actif et qui, pressant sur les alvéoles, les force à prendre la forme la plus voisine de la sphère, ces alvéoles étant purement passives. Lorsque la cause qui a produit la contraction cesse d'agir, les alvéoles tendent à reprendre leur forme primitive et deviennent actives, tandis que le protoplasma interalvéolaire est devenu passif.

» II. *Fibres musculaires striées arborescentes.* — Dans ces sortes de muscles, les fibres ressemblent en tous points à celles que nous venons de décrire; seulement, près de l'une de leurs surfaces d'insertion, ces fibres se divisent en éventail et *perdent toute trace de striation.*

» On les rencontre bien développées autour de l'œsophage.

» L'arborescence a simplement pour but de permettre une action plus étendue, sans pour cela augmenter le nombre de faisceaux musculaires qui ont en général une disposition radiaire.

» III. *Fibres musculaires lisses.* — Ces éléments, qui se rencontrent dans des parties spéciales du corps (pédoncule, manteau et, le plus souvent, muscle adducteur des scuta), débutent par une simple cellule fusiforme à noyau plus ou moins allongé. Puis la cellule s'allonge en repoussant le noyau vers la périphérie, et bientôt la fibrille ainsi formée se trouve représentée par une partie protoplasmique hyaline, sur l'un des côtés de laquelle est placé le noyau entouré d'une mince couche de protoplasme granuleux.

» Ces fibrilles ne nous ont jamais présenté ni dichotomisations ni anastomoses.

» IV. *Fibres conjonctives arborescentes.* — Ces éléments, décrits comme fibres musculaires lisses, se rencontrent dans le pédoncule, mais ils sont particulièrement développés dans le manteau, où ils ont pour but de maintenir les deux parois à une distance définie et où ils n'ont jamais à produire aucune contraction, ce dont ils seraient du reste incapables.

» A l'état adulte, on peut se méprendre et il est assez facile de les consi-

dérer comme des fibres musculaires, mais il n'en est plus de même si l'on suit le cours du développement.

» On trouve alors que, primitivement, ces éléments ne diffèrent en rien des cellules qui formeront le tissu conjonctif environnant; c'est seulement petit à petit que les éléments cellulaires qui doivent leur donner naissance s'allongent de façon à réunir les deux parois du manteau, et cela continue ainsi en se compliquant de divisions longitudinales nombreuses aux deux extrémités, en sorte que, bientôt, la fibre se trouve formée d'une partie centrale unique qui se termine à ses deux extrémités par un pinceau de ramifications servant à multiplier les points d'insertion.

» Ces fibres particulières sont donc bien de nature conjonctive, et nous n'avons pu leur découvrir aucune structure. »

ZOOLOGIE. — *Sur un parasite accidentel de l'homme appartenant à l'ordre des* Thysanoures. Note de MM. **Frèche** et **L. Beille**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Ce parasite a été observé dans les circonstances suivantes :

» M. X., âgé de 70 ans, habite dans la Charente-Inférieure une maison confortable et isolée en rase campagne; il est très soigneux de sa personne.

» En août 1891 il fit un voyage aux Sables-d'Olonne, à la Rochelle et à l'île d'Oloron et ne remarqua rien d'anormal. Mais quinze jours après son retour il sentit de vives démangeaisons dans le cuir chevelu et y trouva de nombreux parasites qu'il prit pour des poux. Un traitement mercuriel parut efficace. A l'entrée de l'hiver les parasites disparurent et M. X., n'en trouvant plus, se crut définitivement débarrassé. Mais au printemps de 1892 de nouveaux parasites reparurent et persistèrent jusqu'en novembre. En 1893 nouvelle éclosion au printemps et disparition à l'entrée de l'hiver. Les mêmes faits se sont renouvelés en 1894, 1895, 1896, et cela malgré tous les soins de propreté et la désinfection de tous les objets mobiliers. Les parasites semblent même devenir de plus en plus abondants; à l'origine M. X. n'en trouvait que dans ses cheveux qu'il porte habituellement fort longs, mais depuis 1894 ils circulent sur le cou, le tronc et les membres qui sont absolument glabres.

» Ce parasite ne détermine aucune lésion de la peau; le cuir chevelu, sur lequel il est si abondant, n'offre aucune altération pathologique; il est simplement gênant et désagréable par ses mouvements. Il paraît appartenir au genre *Seira* et avoisine la *Seira domestica*, mais sans lui être identique; on ne peut le rapporter à aucune des espèces décrites par Lubbock dans sa monographie classique.

» Particularité curieuse : seul dans son entourage M. X. est atteint; ses domestiques sont à peu près complètement épargnés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence de la composition de l'eau des lacs sur la formation des ravins sous-lacustres.* Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Schlœsing.

« Les travaux hydrographiques exécutés dans les lacs de Genève et de Constance ont montré que les deltas du Rhône et du Rhin présentaient, à leur entrée dans ces lacs, des ravins sous-lacustres très bien dessinés. Ces ravins ont une longueur de quelques kilomètres, une largeur de quelques centaines de mètres et une profondeur qui atteint 30^m au lac de Genève et dépasse 50^m au lac de Constance. M. Forel en a donné, il y a longtemps, une explication qui me paraît très juste. Les eaux des fleuves glaciaires ne se diffusent pas immédiatement dans celles des lacs; mais, plus denses par suite de leur charge d'alluvions, elles s'écoulent dans les profondeurs le long des talus du delta immergé, comme le ferait un fleuve de mercure, et le courant, limité par des masses d'eau dormante, doit, en frottant sur ses parois liquides, laisser tomber son limon en suspension. Ainsi se constituent les digues qui bordent le ravin et qui, dès qu'elles ont atteint une hauteur suffisante, dirigent le courant sous-lacustre. Nous assistons d'ailleurs, en été, à la disparition des eaux boueuses du Rhône dans le lac de Genève; c'est le phénomène de la Bataillère, bien connu des riverains.

» Les hydrographes suisses ont constaté, à leur grande surprise, que ces ravins faisaient complètement défaut dans les autres lacs. Ni la Reuss et l'Aa dans le lac des Quatre-Cantons, ni l'Aar dans le lac de Brienz, ni le Tessin et la Maggia dans le lac Majeur, tous fleuves alimentés par des glaciers, ne présentent à leur embouchure une disposition semblable.

» Cette diversité dans le mode de dépôt des alluvions tient sans doute à plusieurs causes, dont l'une est probablement la longueur du cours du fleuve. Plus celle-ci est considérable, plus les matériaux charriés ont le temps de s'user pendant leur transport; si celui-ci est suffisamment prolongé, ils peuvent arriver dans le lac à l'état d'alluvion impalpable, état nécessaire pour la formation de digues du ravin sous-lacustre. Or une simple inspection de la carte de la Suisse montre que le cours du Rhône et du Rhin est sensiblement plus long que celui des autres fleuves.

» Toutefois il est probable qu'une autre cause, qui jusqu'à présent ne

paraît pas avoir été signalée, intervient d'une manière très efficace, et il y a lieu de se demander si, une fois de plus, certaines expériences de M. Schlœsing ne peuvent expliquer cette anomalie. M. Schlœsing ([1]) a montré que, lorsque la teneur d'un milieu liquide en bases alcalino-terreuses descend au-dessous de $0^{gr},06$ par litre, la précipitation des argiles que ce milieu tient en suspension ne se fait qu'avec une extrême lenteur. Il en résulte que, si un fleuve, chargé d'alluvions glaciaires dont la majeure partie consiste en argiles, débouche dans un pareil milieu, la précipitation de ces alluvions ne se produit qu'après un temps très long et sur l'ensemble de la cuvette, lorsque les eaux du fleuve se sont entièrement diffusées dans celle du lac; au contraire, si la teneur du milieu en bases alcalino-terreuses est supérieure à $0^{gr},06$, le dépôt peut se former assez rapidement, à une distance limitée de l'embouchure et avant que cette diffusion ait lieu; les digues nécessaires à l'existence du ravin sont alors susceptibles de se constituer.

» Or, voici les chiffres que j'ai trouvés pour quelques lacs suisses :

Lacs.	Lieu de la prise.	Date de la prise.	Résidu sec par litre.	Ca O.	Mg O.	Somme. — Ca O + Mg O.
Constance.	1^{km} à l'est de Constance.	23 mars 1896	$0^{gr},1775$	0,067	0,014	0,081
Genève.	Au large de Thonon.	3 mars 1896	0,17	0,0633	0,011	0,0743
Quatre-Cantons.	100^{m} en amont du Neue Brücke de Lucerne.	1er mars 1896	0,122	0,053	0,0058	0,0588
Brienz.	Au large d'Iseltwald.	14 mars 1896	0,0895	0,038	0,0033	0,0413
Majeur.	Au large de Locarno.	8 avril 1896	0,0905	0,0315	0,006	0,0375

» On voit que la somme $CaO + MgO$ est supérieure à $0^{gr},06$ pour les lacs de Constance et de Genève qui possèdent un ravin sous-lacustre, et inférieure à $0^{gr},06$ pour les autres lacs qui n'en possèdent pas.

» Bien qu'elle ne résulte encore que de l'étude de cinq lacs, cette application des lois de M. Schlœsing aux dépôts lacustres m'a paru assez intéressante pour être signalée à l'Académie. »

([1]) Schlœsing, *Encyclopédie chimique*, t. X, p. 62.

HYDROGRAPHIE. — *Sur un nouveau sondeur; appareil portatif à fil d'acier.* Note de M. Emile Belloc, présentée par M. Janssen.

« Soumis à des expériences nombreuses dans les lacs et en pleine mer, l'appareil de sondage dont M. Janssen a bien voulu présenter la description à l'Académie (séance du 25 mai 1891) paraît avoir satisfait aux épreuves qu'il a subies de plusieurs côtés ([1]). Néanmoins, j'ai cru devoir apporter de légères modifications à certains de ses organes, afin d'en rendre le fonctionnement plus parfait.

» L'appareil que j'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie est une amplification et un perfectionnement d'une machine plus petite, pesant moins de 4^{kg}, que j'avais imaginée pour servir à mes études lacustres. Il est plus particulièrement destiné aux recherches marines, et pèse 20^{kg}.

» Deux flasques parallèles en bronze forment le bâti. Les poulies sont en bronze et leurs axes en acier. Disposés comme des susbandes d'affûts, et tenus simplement par des chevilles à ergot, les chapeaux des paliers sont très facilement démontables.

» Un tambour, actionné par une simple manivelle, peut enrouler 2000^m à 2500^m de fil d'acier trempé, dit *corde à piano*, de $\frac{5}{10}$ de millimètre, c'est-à-dire beaucoup plus qu'il n'en faut pour une machine portative de ce genre.

» En quittant ce tambour, le fil vient s'engager dans la gorge d'une poulie folle. Descendant ensuite verticalement, il passe sous une deuxième poulie, à moitié plongée dans un auget, contenant des matières grasses qui doivent empêcher l'oxydation de l'acier; puis il remonte vers la poulie métrique, mise en rapport direct avec le compteur, et l'entoure presque entièrement. Finalement, après s'être engagé entre deux petits tourillons verticaux, le fil vient se couder, presque à angle droit, sur une quatrième poulie fixée à l'extrémité d'une flèche destinée à éloigner la ligne du flanc de l'embarcation.

» Comme le modèle primitif, celui-ci est muni d'une roue à rochet permettant

---

([1]) S. A. S. le prince A. de Monaco, M. A. Delebecque, ingénieur des Ponts et Chaussées, M. le professeur Thoulet, et l'ingénieur suisse M. Hörnlimann, ont effectué leurs recherches marines et lacustres avec cet appareil.

Plus récemment, M. le docteur G. Pruvot, de la Faculté des Sciences de Grenoble, s'en est servi, sous la haute direction de M. H. de Lacaze-Duthiers, sur le *Roland-Bonaparte*, pour l'étude des fonds sous-marins du golfe du Lion. Enfin, cette année même, M. le comte de Dalmas l'a utilisé pour de nombreux sondages exécutés dans la mer des Antilles.

Tous mes appareils de sondage sortent des ateliers de M. l'ingénieur Jules Le Blanc : leur solidité et leur précision ne laissent donc rien à désirer.

d'immobiliser la machine. En outre, une gorge ménagée à gauche du tambour reçoit la lame d'un frein automoteur. Ce frein est à double effet : actionné par l'opérateur, à l'aide d'une manivelle parcourant les différents points d'un secteur sur lequel on le fixe, il commande le mouvement rotatif du tambour et règle la vitesse du poids de sonde pendant la descente; dans tous les cas, étant sous la dépendance directe de la force de pesanteur exercée à l'extrémité de la ligne, il provoque l'arrêt instantané de la machine au moment précis où le plomb de sonde touche le fond.

» Une tige d'acier, entourée à son extrémité inférieure d'un ressort à boudin et muni d'écrous de réglage, est fixée en avant de l'auget. En haut, elle se termine par un étrier mobile en cuivre rouge, fonctionnant automatiquement, et destiné à arrêter le déroulement du fil, quand la sonde est au bout de sa course.

» Le tambour peut enrouler 2000^{m} à 2500^{m} de fil d'acier, dit *corde à piano*, de $\frac{5}{10}$ de millimètre, pouvant supporter un effort de plus de 40^{kg}. Le poids du fil est d'environ $1^{kg},500$ pour une longueur de 400^{m}; soit $0^{kg},375$ par mètre.

» Le diamètre très réduit du fil d'acier annihilant, pour ainsi dire, les frottements, on peut employer un poids de sonde extrêmement léger, même pour les grandes profondeurs, sans que la sensibilité du frein automoteur soit diminuée.

» Par suite de ce nouveau dispositif, la ligne n'est plus exposée à quitter la gorge des poulies. Ainsi maintenu par l'étrier, et ne pouvant se dérouler par son propre poids, le fil d'acier n'obéit plus au mouvement de torsion qui occasionne habituellement la formation de boucles ou *coques,* et provoque trop souvent sa rupture. De plus, au lieu d'être supporté, comme précédemment, par un bras unique attaché contre l'une des flasques, l'auget est fixé entre deux bras dont les extrémités postérieures s'appuient sur l'axe horizontal qui soutient le levier du frein automoteur, et oscille autour de lui.

» Telles sont, très succinctement énoncées, les améliorations successives que j'ai apportées à mon sondeur à fil d'acier.

» Dans le but de le rendre facilement transportable dans la haute montagne et jusque sur les bords des nappes lacustres les plus élevées, j'ai réduit le volume et simplifié les organes du modèle que je viens de décrire, en le ramenant au poids et aux proportions de l'appareil originaire de 4^{kg} (1).

» Ce petit appareil est celui dont M. l'ingénieur A. Delebecque se sert, depuis 1892, pour l'exécution des travaux lacustres que connaît l'Académie. C'est également à l'aide d'un modèle analogue que je poursuis, depuis

---

(1) Les principales modifications portent sur l'épaisseur du bâti, qui est ici en acier au lieu d'être en bronze, sur le frein automoteur et la distribution des poulies de renvoi. Afin de faciliter la manœuvre de la manivelle, placée à droite du tambour, le compteur a été mis à gauche, et, pour rendre la lecture commode, le cadran est fixé obliquement, d'avant en arrière, au lieu d'occuper une position verticale.

de nombreuses années, l'étude des lacs français et espagnols des Pyrénées, de ceux du littoral du golfe de Gascogne, des Vosges, etc.

» Ces instruments peuvent être également utilisés pour mesurer toute hauteur verticale, falaise, gouffre, puits de mine, etc., dont le sommet est praticable et la base difficilement accessible. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 JUILLET 1896.

Essai de Paléontologie philosophique; Ouvrage faisant suite aux *Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques,* par M. ALBERT GAUDRY, de l'Institut de France et de la Société royale de Londres, etc. Paris, Masson et Cie; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par l'auteur.)

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. TISSERAND, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU et R. RADAU. Tome XIII. Juillet 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Tome XX. Mars, avril, mai 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 3 fasc. in-8°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART, MOISSAN. Juillet 1896. Tome VIII. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

La Dynamo : Théorie, calcul et construction, par MM. C.-C. HAWKINS et F. WALLIS. Traduction et adaptation par M. E. BOISTEL, Ingénieur électricien. Tomes I et II. Paris, J. Fritsch, 1896; 2 vol. in-18.

L'*Électro-aimant et l'électro-mécanique,* par SILVANUS P. THOMPSON. Ouvrage traduit et adapté de l'anglais par E. BOISTEL, électricien. Paris, J. Fritsch; 1 vol. in-18.

Courants polyphases et alterno-moteurs, par SILVANUS P. THOMPSON, Directeur du Collège technique de Finsbury, à Londres. Traduction par E. BOISTEL, Ingénieur. Paris, Baudry et Cie; 1 vol. in-8°.

Traité de Photographie industrielle : Théorie et pratique, par M. CHARLES

FERY et M. le Dr BURAIS. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Schützenberger.)

L'incandescence par le gaz et le pétrole. L'acétylène et ses applications, par M. F. DOMMER. Paris, B. Tignol; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Moissan.)

Société de Médecine de Paris, 1796-1896, *Centenaire 22 mars* 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Brouardel.)

Leçons de Clinique médicale faites à l'hôpital Saint-Éloi de Montpellier. Novembre 1890. Juillet 1895. Deuxième série, par M. le Dr J. GRASSET, Professeur de Clinique médicale à la Faculté de Montpellier. Montpellier, Camille Coules, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par M. E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique de France. Année 1896. N° 4. Avril 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Juillet 1896. Paris; fasc. in-8°.

De l'eau potable à tous sans obérer la masse de personne, par M. C.-J. TACKELS. Paris, Michelet, 1896; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUILLET 1896.

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Du régime uniforme dans les canaux rectangulaires larges et dans les tuyaux ou canaux à section circulaire ou demi-circulaire;* par M. J. **Boussinesq.**

« I. Mais bornons-nous d'abord à l'approximation ([1]), presque satisfaisante déjà, où l'expression de ε est la seconde (15); ce qui revient à prendre $\psi(r) = 0$, $\Psi(r) = 0$. Alors ces formules (42), où nous diviserons toutefois la deuxième par $\sqrt{2}$, se réduisent à

$$(43)\qquad \frac{1}{\sqrt{b}} = \frac{1}{\sqrt{B}} + \frac{2k}{5}, \qquad \frac{u_m - u}{U\sqrt{2b}} = \frac{\sqrt{2}}{3}k\frac{r^3}{R^3}, \qquad \frac{u_m}{U} = 1 + \frac{4k}{15}\sqrt{b}.$$

» La seconde de celles-ci sera précisément celle que M. Bazin a obtenue

([1]) *Voir* le précédent *Compte rendu*, p. 7.

par l'observation des canaux découverts demi-circulaires, si l'on pose (les unités de temps et de longueur étant la seconde et le mètre)

$$(44)\qquad \frac{\sqrt{2}}{3}k = 21 \qquad \text{ou} \qquad k = \frac{63\sqrt{2}}{2} = 44,55 \qquad \text{et} \qquad \frac{k}{2} = 22,27.$$

» On obtient donc, pour le coefficient $\frac{1}{2}k$ de ζ^2 dans la seconde formule (37), la valeur 22,27, supérieure à 20, comme on l'avait prévu. Toutefois, M. Bazin avait été conduit, par un ensemble d'inductions paraissant assez motivées, à le prendre encore un peu plus fort, jusqu'à 24 environ (1); c'est bien la valeur que nous lui trouverons à la deuxième approximation.

» II. De plus, l'inverse de $\sqrt{b}$, qui indique combien de fois la vitesse moyenne contient la racine carrée du produit de la pente par le rayon moyen, est, d'après les premières formules (43) et (37) comparées, plus grand dans la section circulaire que dans la section rectangulaire large, mais seulement de $\frac{1}{15}k = 2,97$ ou environ 3 unités; ce qui est peu de chose comparativement au plus petit de ces inverses, dont une assez bonne moyenne, fournie par la valeur usuelle de b pour les grands cours d'eau, 0,0004, attribuée à Tadini, est 50. Donc, pour deux formes de section aussi différentes que la forme rectangulaire large et la forme circulaire ou demi-circulaire, entre lesquelles se placent la plupart de celles de la pratique, les valeurs de b diffèrent à peine; et il est dès lors naturel que l'observation les donne presque les mêmes que celles-là, que celle de la première formule (37) en particulier, dans tous les cas de sections rectangulaires, trapézoïdales, triangulaires, etc., affectées d'angles où se fait sentir plus que dans le cercle l'influence retardatrice des parois.

» III. Toutefois, d'après les anciennes observations de M. Bazin (2), l'écart entre les deux valeurs de l'inverse de $\sqrt{b}$, pour des sections rectangulaires larges et circulaires ou demi-circulaires, devrait être un peu supérieur à 2,97, et probablement voisin de 5.

» En effet, malgré la difficulté qu'on éprouve à réaliser des tuyaux ou canaux de ces deux formes, avec des parois *assez homogènes* pour que les inégalités accidentelles de leur degré de rugosité ne produisent pas, dans l'inverse de $\sqrt{b}$, des variations comparables à celle qu'entraîne la dissemblance même des sections, cependant deux des séries d'expériences de

(1) *Recherches expérimentales*, etc., ou *Recherches hydrauliques*, p. 233.

(2) Mêmes *Recherches expérimentales*, etc., p. 98 à 102 et 424 à 435.

M. Bazin, faites sur des canaux à parois polies (respectivement en ciment et en planches), ses séries n°s 24 et 26, permettent jusqu'à un certain point la comparaison dont il s'agit ici, principalement la série 26 où le rayon R atteignait $0^m,70$, la plus complète, et signalée par M. Bazin comme de beaucoup la plus régulière. Servons-nous donc, pour déterminer l'écart considéré, des six dernières observations de la série 26, savoir, de celles où la profondeur de l'eau excédait sous l'axe les $\frac{3}{4}$ du rayon R et où, par suite, la forme demi-circulaire était le mieux admissible. Les valeurs de b y varient (p. 102) de 0,000200 à 0,000185, tandis qu'elles auraient varié de 0,000235 à 0,000221 dans certaines sections rectangulaires passablement larges expérimentées par M. Bazin. Leurs deux moyennes respectives sont 0,000193 et 0,0002272, donnant, comme racines carrées de leurs inverses, 71,98 et 66,34. Or la différence de ces deux nombres est 5,64, presque identique à la moyenne, 5,64..., des six différences analogues (comprises entre 4,91 et 6,25) fournies séparément par les six observations.

» Et si, pour avoir plus de résultats à combiner en vue d'éliminer les anomalies accidentelles, on prend, tant dans cette série 26 que dans la série 24, toutes les observations où la profondeur de l'eau sous l'axe atteignait au moins les $\frac{2}{3}$ du rayon R, observations au nombre de huit dans la série 26 et de sept dans la série 24, alors les valeurs de b varient respectivement de 0,000211 à 0,000185 et de 0,000245 à 0,000221 dans la série 26, de 0,000153 à 0,000137 et de 0,000169 à 0,000165 dans la série 24, en ayant les deux moyennes générales 0,0001723, 0,0002009, auxquelles correspondent, comme racines carrées de leurs inverses, 76,18 et 70,55. Or la différence de ceux-ci, 5,63, s'écarte bien peu des valeurs précédentes, 5,64; et elle se confond presque aussi avec la moyenne, 5,66..., des quinze différences analogues, calculées séparément d'après les résultats de chacune des observations.

» La vraie grandeur de l'écart considéré serait donc environ 5,64, si les valeurs de b, obtenues par M. Bazin pour ses canaux rectangulaires de plus grande largeur (2^m), étaient rigoureusement applicables à notre cas théorique d'une largeur infinie. Mais on voit, par un tableau relatif aux valeurs expérimentales comparées de b dans des lits rectangulaires plus ou moins larges en planches [1], que, du moins pour des rayons moyens n'excédant pas $0^m,25$, b décroît légèrement quand la largeur grandit; et qu'il se rapproche ainsi de sa valeur dans le cercle, de manière

[1] Mêmes *Recherches expérimentales*, etc., p. 97 (séries 18, 19, 20).

à diminuer alors l'écart entre les inverses de leurs racines carrées. Donc cet écart doit, à la limite, être un peu au-dessous de 5,64, d'une fraction assez sensible, pourtant, de sa valeur (¹), et approcher environ de 5. Les nouvelles expériences de M. Bazin nous permettront de reconnaître qu'il en est bien ainsi.

» IV. Les dernières formules (37) et (43) montrent que le rapport de la vitesse maxima u_m à la vitesse moyenne U excède très inégalement l'unité suivant la forme de la section, puisque cet excédent varie dans le rapport de $\frac{1}{6}$ à $\frac{4}{15}$, ou de 5 à 8, quand la section devient, de rectangulaire large, circulaire ou demi-circulaire. Aussi, les deux valeurs respectives 7,42 et 11,88 que prend alors, d'après les relations (37) et (43), le nombre K de la formule générale (35), sont-elles, surtout la première, assez éloignées de la valeur, 14, attribuée à ce coefficient par M. Bazin comme moyenne d'un grand nombre de valeurs, fort divergentes en effet, observées dans des sections relativement peu larges de formes variées.

» V. Remarquons encore que la vitesse moyenne U doit, d'après les deux dernières formules (43), se trouver réalisée (ou égaler u), pour $\mathfrak{r} = \sqrt[3]{0,4} = 0,7378$, c'est-à-dire aux $\frac{74}{100}$ environ des rayons R. Or, les récentes observations de M. Bazin montrent que c'est très sensiblement aux $\frac{3}{4}$ des rayons, c'est-à-dire pour $\mathfrak{r} = 0,75$. Nous verrons, en effet, que la mise en compte de la petite fonction $\Psi(\mathfrak{r})$ accroît d'un peu plus que 0,01 la valeur théorique approchée $\sqrt[3]{0,4}$.

» VI. Mais passons justement, grâce aux récentes expériences de M. Bazin, à cette approximation plus élevée pour le cas de la section circulaire ou demi-circulaire. Les expériences dont il s'agit ont consisté dans la mesure des vitesses, par le tube de Pitot-Darcy, au centre et aux $\frac{1}{8}$, $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{6}{8}$, $\frac{7}{8}$, $\frac{15}{16}$ des rayons R, dans une conduite en ciment très lissé (donnant $b = 0,000166$), de $0^m,80$ de diamètre et 80^m de longueur, sur les 40 derniers mètres où régnait l'uniformité du régime; car le rapport de u_m à U y était invariable, 1,1675 à très peu près (²).

» Comme nous déterminons notre coefficient k par la comparaison de

(¹) Car une diminution relative d'un centième et demi seulement, sur l'inverse de $\sqrt{b}$ dans le rectangle, réduit l'écart d'une unité.

(²) C'est au milieu et aux trois quarts de la longueur qu'ont eu lieu les observations utilisées ici; au premier quart, après un parcours de vingt-cinq fois le diamètre, le rapport de u_m à U n'était encore que 1,12.

la deuxième formule (42) aux résultats d'observation, et que le terme principal $\frac{2}{3}k\imath^3$, seul connu de forme théoriquement, du second membre de cette formule, doit exprimer le mieux possible la fonction empirique de $\imath$ (voisine de $21\sqrt{2}\imath^3$) indiquée par les expériences pour représenter le second membre tout entier, il sera naturel de réduire au minimum d'importance le terme correctif $k\Psi(\imath)$, *en annulant sa valeur moyenne par un choix convenable de k.* Et les formules (42) acquerront d'ailleurs ainsi leur plus haut degré de simplicité; car l'intégrale définie qui y figure s'évanouira.

» Mais, d'abord, divisons la seconde équation (42) par $\sqrt{2}$, comme nous avons fait pour avoir la deuxième (43), et appelons $21\imath^3 + \Phi(\imath)$ l'expression empirique du second membre, ou $\Phi(\imath)$ la petite correction indiquée par les nouvelles expériences à l'expression approchée $21\imath^3$ obtenue antérieurement. Nous aurons

$$(45)\qquad \frac{u_m - u}{U\sqrt{2b}} = \frac{\sqrt{2}}{3}k\imath^3 + \frac{k}{\sqrt{2}}\Psi(\imath) = 21\imath^3 + \Phi(\imath).$$

» Les très nombreuses différences $u_m - u$ de vitesse, obtenues par M. Bazin aux diverses distances relatives $\imath$ de l'axe (¹), donnent (en moyenne), comme valeurs observées de $\Phi(\imath)$,

(46)

Pour $\imath =$	0	0,125	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750	0,875	0,9375,
$\Phi(\imath) =$	0	0,34	0,77	1,18	1,50	1,47	0,30	−0,58	0,34.

» On remarquera leur petitesse, en fractions de la vitesse moyenne U, c'est-à-dire quand on les multiplie par $\sqrt{2b} = 0{,}0182$. La plus forte d'entre elles, 1,50, ne correspond en effet, dans la différence $u_m - u$, qu'à 0,027 U, ou à moins de $\frac{3}{100}$ de la vitesse moyenne. Une grande précision dans les mesures était donc nécessaire, même simplement pour déceler l'existence de la petite fonction $\Phi(\imath)$.

» VII. Attribuons à $\Phi(\imath)$ une expression entière, la plus simple possible qui prenne sensiblement les valeurs (46). On voit qu'elle devra s'annuler non seulement pour $\imath = 0$, mais aussi, environ, pour $\imath = 0{,}78$ et pour $\imath = 0{,}92$, c'est-à-dire pour $r = 0{,}85 \pm 0{,}07$, et admettre, par conséquent,

(¹) Les vitesses au centre elles-mêmes étaient données par la moyenne de plusieurs mesures, prises, l'une, au centre, et, quatre autres, au seizième de la longueur de quatre rayons en croix.

le facteur du second degré

$$(0,78-\iota)(0,92-\iota)=(0,85-\iota)^2-0,0049.$$

» En outre, d'après la valeur de $\psi(\iota)$ que donne la relation (41) différentiée, savoir

$$\psi(\iota)=\frac{\Psi'(\iota)}{2\iota}, \tag{47}$$

la fonction $\Psi(\iota)$ contiendra le facteur ι^2, pour que $\psi(\iota)$ reste fini et différent de zéro au centre $\iota=0$, comme il le faut dans l'expression (16) du coefficient ε de frottement intérieur, qui ne doit y devenir ni nul, ni infini. Donc aussi, d'après (45), $\Phi(\iota)$ aura le facteur ι^2.

» Essayons, par conséquent, si une fonction de la forme

$$\Phi(\iota)=m\iota^n[(0,85-\iota)^2-0,0049], \tag{48}$$

où n vaudrait 2, pourra convenir. Toutefois, laissons-y l'exposant n encore indéterminé : car, d'après les valeurs empiriques (46) de $\Phi(\iota)$, cette fonction doit devenir maxima vers le milieu du cinquième intervalle, pour ι voisin de 0,56; et s'il fallait un exposant n plus élevé que 2 pour satisfaire à cette condition, on devrait l'adopter de préférence dans (48), afin de reproduire le mieux possible l'ensemble des valeurs (46), et sauf à compléter (48) par une expression analogue où n égalerait 2, afin de tenir compte des circonstances spéciales à la région centrale, c'est-à-dire aux petites valeurs de ι.

» Or, c'est précisément ce qui a lieu. En formant la dérivée de (48), on trouve qu'elle s'annule, abstraction faite des racines $\iota=0$, pour les deux valeurs de ι qui donnent

$$\left\{\begin{aligned}&(0,85-\iota)\left(0,85-\frac{n+2}{n}\iota\right)=0,0049,\\ &\text{ou}\quad n=\frac{2\iota(0,85-\iota)}{(0,85-\iota)^2-0,0049}.\end{aligned}\right. \tag{49}$$

» Substituons à ι la valeur approchée 0,56 que nous devons obtenir pour une des racines, et il viendra $n=4,1010$. On aurait, en excluant les valeurs de n fractionnaires, $n=4$ pour $\iota=0,5556$, $n=3$ pour $\iota=0,5016$, $n=2$ pour $\iota=0,4193$, etc. La situation du maximum se rapproche de l'origine $\iota=0$ à mesure que l'exposant n décroît; et il faudra le prendre égal à 4, pour que l'adjonction, à (48), d'une expression de même forme,

mais à faible coefficient positif et où $n = 2$, place le maximum encore assez près de $\tau = 0,56$, un peu en deçà, toutefois, de la valeur $\tau = 0,5556$. Nous poserons donc, avec deux coefficients indéterminés, l, m,

$$(50) \qquad \Phi(\tau) = (l\tau^2 + m\tau^4)[(0,85 - \tau)^2 - 0,0049].$$

» VIII. Si nous connaissions bien la situation du maximum, c'est-à-dire la valeur de τ qui annule la dérivée $\Phi'(\tau)$, l'expression de cette dérivée, formée en y séparant les termes en l des termes en m, nous donnerait, par son annulation,

$$(51) \qquad \frac{l}{m} = 2\tau^2 \frac{(0,85 - \tau)(0,85 - \frac{3}{2}\tau) - 0,0049}{(0,85 - \tau)(2\tau - 0,85) + 0,0049};$$

et le calcul numérique du second membre nous permettrait d'éliminer l de (50), où il ne resterait dès lors d'arbitraire que le principal coefficient m.

» Mais il est bien rare que la situation d'un maximum puisse être déterminée empiriquement d'une manière précise; en sorte que nous devrons renoncer à déterminer ainsi aucun de nos deux coefficients l, m. »

PHYSIQUE. — *Sur la loi des états correspondants de Van der Waals et la détermination des constantes critiques.* Note de M. **E.-H. Amagat**.

« La coïncidence des réseaux qui m'a servi à vérifier la loi de Van der Waals, permet une détermination facile des constantes critiques de l'une des substances (B) si celles de l'autre (A) sont connues.

» Les points critiques, en effet, doivent coïncider; si donc les axes des réseaux portent des échelles chiffrées, il n'y aura qu'à lire les valeurs des coordonnées du réseau (B) qui tombent sur les coordonnées critiques du réseau (A), qui sont connues et qu'on pourrait, du reste, tracer spécialement; on aura ainsi les valeurs de p et de pv critiques du corps B; mais il vaut mieux, et cela revient au même, multiplier les valeurs critiques de p et pv du corps A par les rapports de correspondance des échelles sur chaque axe et pris vers les extrémités de ces axes pour rendre minima l'erreur relative de lecture. On aura ainsi la pression et le volume critiques de la substance (B); ce volume critique est celui du poids de matière auquel se rapportent les nombres ayant servi à la construction des courbes; dans

mes Tableaux, c'est le poids d'un litre du corps à l'état gazeux à zéro et sous la pression de 1 atmosphère.

» Pour avoir sa température critique, on procédera ainsi : considérons les ordonnées des points d'intersection des isothermes des deux réseaux avec l'axe des *pv*, ces ordonnées devront être proportionnelles aux températures absolues, puisque, dans leur ensemble, elles se comportent comme si elles appartenaient au réseau d'un corps unique; du reste, les courbes critiques doivent coïncider; il résulte évidemment de là que la température critique de (B) s'obtiendra en multipliant celle de (A) par le rapport de correspondance des deux échelles sur l'axe des *pv*.

» On choisira nécessairement pour substance (A) celle dont les constantes critiques expérimentales paraissent pouvoir être déterminées dans les meilleures conditions; j'ai choisi les constantes de l'acide carbonique que j'ai déterminées en 1892 et j'ai trouvé, pour celles de l'éthylène, de l'éther et de l'air les résultats suivants :

	Acide carbonique.	Éthylène.	Éther.	Air.
Température critique...	31°,35	8°,8	195°	—140°,7
Pression critique.......	$72^{atm},9$	$48^{atm},5$	$36^{atm},5$	$35^{atm},9$
Densité critique........	0,464	0,212	0,253	0,344

» L'exactitude de ces résultats dépend, d'abord de celle des constantes de l'acide carbonique, puis de l'appréciation de la meilleure coïncidence qui laisse évidemment une certaine latitude; cependant, la comparaison avec les nombres donnés par divers expérimentateurs semble indiquer une précision du même ordre que celle des déterminations directes et qui peut devenir plus grande dans certains cas particuliers, notamment pour la densité, plus difficile à déterminer que la pression et surtout que la température critiques.

» Il ne faut pas oublier non plus que le groupe de constantes obtenu par une coïncidence est fonction de toutes les parties du réseau qu'il caractérise, et non point, particulièrement, de celles qui avoisinent le point critique; il est même rationnel de moins se préoccuper de la coïncidence des isothermes, trop rapprochées de ce point, que de celles qui l'encadrent de plus loin, dont la détermination présente moins de difficultés.

» On remarquera que les isothermes de l'air paraissent, dans la partie tracée, se comporter comme le feraient celles d'un corps unique; malheureusement ces lignes font défaut dans la région de la liquéfaction et des parties quasi rectilignes caractéristiques; on se trouve ainsi privé de l'examen,

particulièrement intéressant, du cas d'un mélange. Pendant la liquéfaction la proportion des gaz mélangés ne doit point rester la même dans la partie liquéfiée et dans la vapeur saturée; cette proportion peut varier avec la température, l'existence d'un véritable point critique dépend de ces phénomènes; il peut se faire aussi, tout au moins pour les mélanges en certaines proportions, que, la liquéfaction étant continue jusqu'à être complète et le liquide résultant se comprimant comme un corps unique, l'ensemble des isothermes constitue un réseau analogue à celui d'une substance unique satisfaisant à la loi des états correspondants; c'est sous ces réserves, bien entendu, que sont données les valeurs ci-dessus des constantes critiques de l'air.

» M. S. Young, en comparant les tensions de vapeurs de divers corps à des températures correspondantes, en faisant intervenir les températures d'ébullition sous des pressions faibles, et en supposant aux vapeurs saturées les propriétés des gaz parfaits, est arrivé à énoncer la loi suivante :

» *A des températures correspondantes, le produit de la tension d'une vapeur saturée par son volume spécifique, divisé par la température absolue, donne un quotient, le même pour les divers corps.*

» Les variables sont ici exprimées pour tous les corps au moyen des mêmes unités.

» Les considérations que j'ai exposées dans ma dernière Note permettent de démontrer facilement et de généraliser ce résultat. En effet : soient sur les isothermes de deux corps quelconques, à des températures absolues correspondantes T et T', deux points A et B pris sur la première et les deux points correspondants A' et B' sur la seconde; soient $(pu)_A$, $(pv)_B$, $(p'v')_{A'}$, $(p'v')_{B'}$ les ordonnées de ces quatre points; supposons que les pressions p et p', relatives aux points correspondants A et B, soient extrêmement faibles.

» Les ordonnées de A et de B multipliées par un même facteur, convenablement choisi, devront devenir égales aux ordonnées de A' et de B', puisqu'en multipliant ensuite les pressions p et p' par un second facteur convenable, les deux points correspondants A et A' devront coïncider ainsi que B et B'.

» On doit donc avoir

$$\frac{(pv)_A}{(p'v')_{A'}} = \frac{(pv)_B}{(p'v')_{B'}}.$$

» Or, d'après le choix des pressions correspondantes, les ordonnées $(pv)_A$ et $(p'v')_{A'}$ peuvent être considérées comme superposées à l'ordonnée

initiale; du reste, pendant la coïncidence, ces ordonnées peuvent être considérées comme appartenant à un corps unique; elles sont donc proportionnelles aux températures absolues T et T′. On a donc

$$\frac{(pv)_B}{(p'v')_{B'}} = \frac{T}{T'}.$$

» Soit, en général,

$$\frac{pv}{T} = \text{const.}$$

» On voit que la loi de M. S. Young ne s'applique pas seulement aux tensions maxima (et, par suite, au point critique comme limite); elle est vraie pour deux points correspondants quelconques; il n'est nécessaire, pour la démontrer, d'aucune hypothèse relativement aux lois suivies par les vapeurs saturées. Des remarques analogues pourraient, du reste, être faites au sujet de diverses lois relatives aux états correspondants, auxquelles on est arrivé par des artifices spéciaux; toutes ces lois sont comprises, et la plupart de toute évidence, dans le fait de la coïncidence des réseaux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur une méthode nouvelle de détermination des distances respectives des centres de localisations cérébrales.* Note de M. **Charles Henry** [1]. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Marey, Lippmann, Mascart.)

« Le nombre maximum de numéros d'ordre de sensations que l'on peut faire évanouir par des efforts musculaires intenses et prolongés est le même (sept) pour la sensibilité auditive que pour la sensibilité lumineuse; mais le nombre de sensations auditives que l'on peut faire évanouir *pour un même effort musculaire* est plus grand que le nombre des sensations visuelles dans le rapport de 2,5 à 1.

» Généralisant une conception simplificatrice, exposée dans ma Communication du 8 juin et vérifiée dans ses conséquences par l'analyse thermochimique, j'assimile les centres et les conducteurs optique et acoustique à des circuits de piles, ramifiés au circuit de la pile psycho-motrice par des fils d'aller et de retour, dont les longueurs sont précisément égales aux

---

[1] Travail du laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

distances respectives du centre auditif et du centre visuel au centre psycho-moteur, et je me pose ce problème : *Déduire le rapport de ces distances du rapport des pertes respectives de sensations pour un même effort.*

» Appliquant les lois de Kirchhoff sur les courants dérivés, posant : 1° que les pertes de sensations, considérées dans les périodes de croissance et de constance de la pile psychomotrice, sont proportionnelles aux différences d'énergie qui caractérisent chacune des piles sensorielles suivant que la pile psychomotrice fonctionne ou non; 2° admettant que les résistances et les forces électromotrices des différentes piles sensorielles sont sensiblement les mêmes, ainsi que la conductibilité et la section des fils de jonction, j'arrive à cette conséquence que *le rapport des distances respectives des centres au centre psycho-moteur est inversement proportionnel aux pertes de sensations pour un même effort,* c'est-à-dire que le centre auditif est plus rapproché que le centre visuel du centre psycho-moteur, dans le rapport de 1 à 2,5.

» L'anatomo-pathologie localise dans la première temporale le centre auditif, dans le lobule lingual et la scissure calcarine le centre visuel, dans la région rolandique moyenne le centre des mouvements du bras; or, si l'on mesure sur la *feuille* 8 d'*Autopsie* du Dr Déjérine, complétée par la *fig.* 376 de l'*Anatomie des centres nerveux* de M. et Mme Déjérine, la longueur du faisceau arqué reliant la troisième frontale et la première temporale, on trouve 6^{cm} environ; d'autre part, sur la *fig.* 221 de ce bel Ouvrage, on trouve, pour la distance comprise entre la pointe occipitale et la région rolandique moyenne, 13^{cm}; c'est-à-dire, pour le rapport cherché, 2,16, nombre remarquablement concordant avec le nombre calculé 2,5. La méthode peut être généralisée. »

M. Marcellin Langlois adresse un second Mémoire portant pour titre : « Nouvelle théorie capillaire. Tension superficielle de la glace. Origine de la tension superficielle de la molécule d'eau. Unités thermochimiques relatives aux éléments de l'eau, Volumes moléculaires. Congélation ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Friedel, Potier, Sarrau.)

M. A. Graby adresse un Mémoire intitulé : « Fixage des photographies en couleurs sur papier ».

(Commissaires : MM. Lippmann, Mascart, H. Becquerel.)

M. **L. Gardère** adresse un Mémoire intitulé : « Navigation aérienne. Aviation. Machine volante ».

(Envoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le tome X de la collection « The collected mathematical papers of *Arthur Cayley* »;

2° Une brochure de M. *L.-E. Bertin*, intitulée « Amplitude du roulis sur houle non synchrone ».

Le **Président du Congrès international de Pêches maritimes, d'Ostréiculture et d'Aquiculture marine** invite l'Académie à se faire représenter à ce Congrès qui doit avoir lieu aux Sables-d'Olonne, du 3 au 7 septembre 1896.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du premier ordre. Réponse à M.* Korkine. Note de M. **P. Painlevé.**

« Je demande à l'Académie la permission de répondre quelques mots à la Note de M. Korkine me concernant.

» Dans une Note du 8 juin 1896, j'ai rappelé, à propos d'une Communication antérieure de M. Korkine, quelques résultats que j'ai obtenus sur les équations du premier ordre. Ces résultats, que j'ai résumés succinctement dans une Note du 18 janvier 1892, ont été développés dans les Leçons que j'ai professées à Stockholm (10e et 11e Leçons), leçons qui, autographiées, sont depuis le mois de novembre entre les mains des étudiants de Stockholm.

» La première question que je pose est la suivante :

» *Étant donnée une équation*

$$(1)\qquad \frac{dy}{dx} = \frac{P(y, x)}{Q(y, x)} = \frac{a_p y^p + \ldots + a_1 y + a_0}{y^q + b_{q-1} y^{q-2} + \ldots + b_0},$$

où les a, b sont des fonctions analytiques quelconques de x, 1° *reconnaître si l'intégrale de cette équation est de la forme*

$$(2)\qquad h(x)[y-g_1(x)]^{\lambda_1}[y-g_2(x)]^{\lambda_2}\ldots[y-g_n(x)]^{\lambda_n}=\text{const.},$$

où n est un entier DONNÉ, *les λ des constantes numériques inconnues, h et les g des fonctions inconnues de x;* 2° *déterminer h et les g en fonction des a, b.*

» La méthode que j'emploie repose sur cette remarque bien simple : Quand l'intégrale de (1) est de la forme (2), le binome $P\,dx - Q\,dy$ admet un dernier multiplicateur $M(y, x)$, qui est *le quotient, par le polynome* $(y-g_1)\ldots(y-g_n)$, *d'*un polynome en y de degré $n-(q+1)$ au plus (¹).

» *S'il n'existe qu'un tel multiplicateur, les $g(x)$ sont donnés algébriquement en fonction des coefficients a, b de* (1) ; *h est donné par une quadrature logarithmique.*

» *S'il existe au moins deux tels multiplicateurs distincts,* l'intégrale $y(x)$ de (1) prend au plus $(2n-q-1)$ valeurs autour des points critiques mobiles. *L'équation* (1) *se ramène alors algébriquement à une équation de Riccati; y* vérifie une relation de la forme

$$\frac{H(y,x)}{K(y,x)}=u, \qquad \text{avec} \qquad \frac{du}{dx}=\alpha u^2+\beta u+\gamma,$$

H et K étant deux polynomes en y de degré ν ($\nu \leqq 2n-q-1$), dont les coefficients, ainsi que α, β, γ dépendent *rationnellement* des coefficients a, b de l'équation (1).

» Si l'on restreint le problème précédent en supposant h égal à 1, on a ce théorème :

» *Quand l'intégrale d'une équation* (1) *donnée est de la forme*

$$[y-g_1(x)]^{\lambda_1}\ldots[y-g_n(x)]^{\lambda_n}=C,$$

les $g(x)$ s'obtiennent algébriquement ou par une ou par deux quadratures. Ils n'exigent qu'une quadrature au plus si $\lambda_1+\ldots+\lambda_n$ est nul, ou encore si l'on a $p\leqq q$.

» *Quand, h étant quelconque, tous les λ sont distincts, les g s'obtiennent algébriquement et h par une quadrature logarithmique*, à moins que l'équation (1) ne soit précisément *une équation de Riccati*. Quand, *h étant égal à* 1,

---

(¹) Les mots soulignés ont été omis à l'impression dans ma Note du 6 juin, et M. Korkine a raison de dire qu'il n'existe évidemment pas en général de polynome multiplicateur. Pour rectifier cet erratum assez apparent, il suffisait de se reporter aux *Comptes rendus* de janvier 1892.

tous les λ *sont distincts*, les g s'obtiennent *algébriquement* [la seule équation *linéaire* exceptée $y' = a_1(x)y + a_0(x)$].

» Il est remarquable que les $g(x)$ soient donnés algébriquement en fonction des coefficients de (1), sauf dans le cas où la forme (2) peut être ramenée à une forme irréductible analogue où les λ sont des nombres *entiers* (positifs ou négatifs).

» J'ajoute que ma méthode permet, à l'aide d'un *nombre fini d'opérations algébriques*, de reconnaître si l'intégrale d'une équation (1) donnée est de la forme (2), où n est donné. Bien plus, elle permet de traiter le même problème *sans que n soit donné*, mais avec la seule restriction que $g_1, \ldots, g_n$ ne s'expriment pas algébriquement à l'aide des coefficients de (1).

» J'arrive aux objections de M. Korkine : M. Korkine me fait dire que *les g s'obtiennent algébriquement dans tous les cas où* $h \equiv 1$. Non seulement cette erreur n'est contenue nulle part dans ma Note du 8 juin, mais elle est en contradiction formelle avec les théorèmes énoncés. J'ai dit seulement que, *quand h est égal à* 1 *et* LES λ TOUS DISTINCTS, *les g s'obtiennent algébriquement* (¹). Au sujet de cette dernière proposition, et de la possibilité de reconnaître si une équation (1) est de l'espèce en question, M. Korkine ajoute : « Bien que ce théorème n'ait aucun rapport avec mon problème, » il semble que c'est là encore un *malentendu* de l'auteur ». Je ne sais ce que M. Korkine entend par *malentendu;* je sais seulement que ce théorème, comme les précédents, est exact.

» La seule rectification que j'aie à faire est la suivante : ayant mal lu une phrase de la Note de M. Korkine, j'avais cru qu'il spécifiait expressément que les λ d'une part et les g d'autre part étaient distincts, alors qu'il suppose seulement les λ différents de zéro et les g distincts. C'est pourquoi j'ai dit qu'on rentrait dans le cas traité par M. Korkine en supposant h égal à 1 et les λ distincts. En réalité, j'aurais dû dire :

» *La forme d'intégrale considérée par M. Korkine est la forme* (2) *où h* » *est égal à* 1. *M. Korkine suppose de plus* $p \leqq q$. *Les fonctions* $g_1, \ldots, g_n$ » *s'obtiennent dans ce cas, d'après ce qui précède, en fonction des coefficients* » *de* (1) *soit algébriquement, soit par une quadrature.* »

» Passons à la question inverse : appelons *degré r* du coefficient différentiel de (1) le plus grand des deux nombres q et $p-2$, et proposons-nous de déterminer *toutes les équations* (1) *de degré donné r dont l'intégrale se laisse mettre sous la forme* (2) *où l'entier n et les exposants* λ *sont donnés.*

(¹) La seule équation linéaire exceptée.

Ma méthode conduit immédiatement à la réponse suivante : *On sait* (*pour n donné*) *former un nombre fini de types*

$$(1)' \qquad \frac{dy}{dx} = \frac{a_{r-1}y^{r-1} + \ldots + a_1 y + a_0}{y^r + b_{r-1}y^{r-1} + \ldots + b_1 y + b_0},$$

où les coefficients a, b sont donnés par $2r$ *relations* (*connues explicitement*) *en fonction de r fonctions arbitraires,* (*soit* $b_0, \ldots, b_{r-1}$), *de leurs dérivées premières des exposants* λ, *et de paramètres arbitraires* $C_1, C_2, \ldots$ *en nombre au plus égal à* $n - r - 1$. *Toutes les équations* (1) *cherchées s'obtiennent en effectuant sur y, dans ces types* (1)$'$, *la transformation homographique la plus générale* $y = \frac{u(x)y + v(x)}{y - w(x)}$, *si* $\Sigma\lambda = 0$, *ou la transformation linéaire la plus générale si* $\Sigma\lambda \neq 0$. Les valeurs des paramètres $C_1, C_2, \ldots$ sont les valeurs *remarquables* de la constante d'intégration C (*loc. cit.*).

» Comme il était évident que la question ainsi posée était résoluble *algébriquement* (sous une forme ou sous une autre), j'avais insisté sur le problème *plus difficile* où l'on assujettit les coefficients des équations (1) cherchées à appartenir *à une classe donnée de fonctions* (par exemple à la classe des fonctions *rationnelles en x*), problème dont je donne également une solution explicite et complète.

» En définitive, si on laisse de côté les rapports plus ou moins étroits qui peuvent exister entre les recherches de M. Korkine et les miennes, je n'ai rien à changer à ma Communication du 8 juin. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de substitutions.* Note de M. **G.-A. Miller**, présentée par M. Picard.

« A. J'ai examiné récemment tous les groupes possibles d'ordre $8p$, p étant un nombre premier quelconque > 2, et j'ai trouvé qu'il n'y en a que deux qui n'existent que si $p - 1$ est divisible par 4 sans être divisible par 8. Le groupe désigné par G_{8p}^7 dans l'énumération de ces groupes, faite par M. Levavasseur (¹), doit donc être laissé de côté.

» A cette exception près, j'ai trouvé le même nombre de groupes que M. Levavasseur; c'est-à-dire, 15 si $p - 1$ est divisible par 8, 14 si $p - 1$ est divisible par 4 sans être divisible par 8, 12 si $p - 1$ n'est pas divisible par 4. Chacun d'eux contient un sous-groupe invariant d'ordre p.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 516.

» Il y a toutefois exception pour les ordres 24 et 56. Dans ces deux cas particuliers, il y a, en outre, des groupes qui ne contiennent pas un sous-groupe invariant d'ordre p. Il est possible de représenter chacun d'eux par un, et un seul, groupe transitif de degré 8 ([1]). Il y a donc 15 groupes d'ordre 24 et 13 groupes d'ordre 56, comme l'annonce M. Levavasseur.

» B. La formule suivante donne le nombre des groupes de substitutions (transitifs et intransitifs) dont l'ordre est le produit de deux nombres premiers p et q $(p > q)$.

» Si $p-1$ est divisible par q

$$N = (k+1)(k+2) - m.$$

» Si $p-1$ n'est pas divisible par q

$$N = \tfrac{1}{2}(k+1)(k+2) - m_1,$$

N étant le nombre total de groupes et k la plus grande des valeurs de z qui satisfait à l'équation suivante

$$n - pqz = px + qy,$$

n désignant le degré des groupes et x, y, z représentant des nombres entiers positifs quelconques.

» m est égal à 3 si n est divisible par pq; il est égal à 2 si n est divisible par q sans être divisible par p, et si n est divisible par p sans être divisible par q, enfin nul si n n'est pas divisible par p ou par q.

» m_1 est égal à 2 si n est divisible par pq et, si n est divisible par p ou par q sans être divisible par pq, il est nul si n n'est pas divisible par p ou par q. »

([1]) Cf. Cole, *Quarterly Journal of Mathematics*, t. XXVI, p. 374 et 375; Miller, *Bulletin of the American Mathematical Society*, t. III, p. 168. Il est singulier que l'énumération faite par M. Cayley (*Quarterly journal of Mathematics*, t. XXV, p. 140 et 141) ne contient aucun groupe transitif de ces ordres. L'énumération plus ancienne faite par M. Kirkman (*Proceedings of the Litterary and Philosophical Society of Manchester*, 1863, contient 3 de ces groupes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction* $\zeta(s)$. Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Appell.

« Dans ma Note du 22 juin dernier, je donne, pour la démonstration de la loi asymptotique d'Halphen, un raisonnement qui n'est pas irréprochable : on éprouverait, en effet, quelque difficulté à reconnaître que l'intégrale $\int \frac{x^z}{z^h} \frac{\zeta' z}{\zeta z}\, dz$, prise le long de la parallèle CD (p. 1472, ligne 3 par en bas) à l'axe imaginaire, est infiniment petite par rapport à x. Il y a lieu, en conséquence, de modifier le contour d'intégration : ce contour ne coïncidera avec CD que dans une portion finie; il s'infléchira ensuite du côté des x négatifs.

» La Note en question devant être développée dans un travail ultérieur, je me contente de cette indication, destinée à empêcher les doutes qui pourraient naître relativement à la validité de la démonstration. »

MÉCANIQUE. — *Sur le déplacement de l'axe de rotation d'un corps solide dont une partie est rendue momentanément mobile par rapport au reste de la masse.* Note de MM. **Edmond** et **Maurice Fouché**, présentée par M. Sarrau.

« Nous nous proposons d'établir qu'étant donné un système matériel sur lequel n'agit aucune force extérieure, en mouvement autour de son centre de gravité, ce mouvement s'effectuant d'abord comme si le système était solide, on peut, par *un cycle d'opérations fermé*, c'est-à-dire en ramenant finalement le système à sa forme primitive, et en ne faisant intervenir que des *forces intérieures* au système, arriver à faire prendre à l'axe de rotation du système une position relative qu'il n'aurait jamais pu prendre si le système était demeuré invariable.

» Soient A, B, C les moments principaux d'inertie du système; celui-ci se déplaçant à la façon d'un corps solide, sans subir l'action d'aucune force extérieure, l'extrémité de l'axe instantané de rotation dont les coordonnées, par rapport aux trois axes principaux d'inertie, sont p, q, r, décrit dans le corps une courbe qui est l'intersection de deux ellipsoïdes :

» 1° L'ellipsoïde des quantités de mouvement :

$$A^2p^2 + B^2q^2 + C^2r^2 = k^2,$$

qui reste invariable ou qui, du moins, redevient le même à la fin du cycle, et 2° l'ellipsoïde des forces vives

$$Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 = h^2,$$

homothétique à l'ellipsoïde central.

» Il suffit donc de montrer qu'on peut faire varier la force vive h^2 du système ou, ce qui revient au même, qu'on peut trouver un cycle fermé dans lequel le travail total des forces intérieures ne soit pas nul. Considérons un corps formé de deux parties solides P et Q, et supposons qu'on fasse subir à Q un déplacement relatif par rapport à P, pour le ramener finalement dans sa position relative primitive, ce qui constitue un *cycle* pouvant être réalisé par l'emploi de forces intérieures agissant entre P et Q.

» Le déplacement total de Q peut être considéré comme la résultante du déplacement d'entraînement et du déplacement relatif par rapport à P. Or la partie du travail de toutes les forces intérieures qui correspond d'une part au déplacement de P et d'autre part au déplacement d'entraînement de Q est nulle, puisqu'on y considère des déplacements qui sont ceux d'un solide invariable. Il suffit donc de considérer le travail correspondant au déplacement *relatif* de Q. Pour évaluer ce travail, remarquons que l'accélération d'un point de Q peut se décomposer en trois parties : 1° l'accélération d'entraînement φ_e; 2° l'accélération relative φ_r; 3° l'accélération centripète composée φ_c; en multipliant ces trois accélérations par la masse du point, nous aurons les trois composantes $m\varphi_e$, $m\varphi_r$, $m\varphi_c$ de la force qui agit sur ce point. Or l'accélération centripète composée étant constamment perpendiculaire à la vitesse relative, la force $m\varphi_c$ ne peut donner lieu à aucun travail.

» Les forces $m\varphi_r$ ne donneront pas non plus de travail dans un *cycle fermé*, car la somme des travaux de toutes ces forces est égale à la variation de la demi-force vive relative, et cette force vive est nulle au début et à la fin du cycle. Il ne reste donc pas d'autre travail que celui des forces $m\varphi_e$ *dans le déplacement relatif de* Q. Comme il n'y a aucune relation nécessaire entre le mouvement initial du système d'où dépendent les accélérations d'entraînement, et le déplacement relatif de Q qui est totalement arbitraire à la seule condition de former un cycle fermé, on conçoit que le travail ne soit pas nul dans le cas général.

» Pour préciser davantage supposons que la partie Q soit un corps de révolution autour de l'axe Ox. Désignons par A, B, C les moments principaux d'inertie de l'ensemble, par α le moment d'inertie de Q par rapport

à Ox, par p, q, r les trois composantes de la rotation de P, et par ω la vitesse *relative*, autour de Ox, de Q par rapport à P. Si l'on écrit que la variation de la somme des moments des quantités de mouvement par rapport à chacun des trois axes est nulle, on obtient les trois équations

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} A\,dp + (C - B)\,qr\,dt = -\alpha\, d\omega, \\ B\,dq + (A - C)\,rp\,dt = -\alpha\omega\, r\,dt, \\ C\,dr + (B - A)\,pq\,dt = +\alpha\omega\, q\,dt. \end{array}\right.$$

» La force vive du système a pour expression

$$h^2 = (A - \alpha)p^2 + \alpha(p + \omega)^2 + Bq^2 + Cr^2,$$

dont la demi-différentielle peut s'écrire

$$h\,dh = Ap\,dp + Bq\,dq + Cr\,dr + \alpha p\,d\omega + \alpha\omega(dp + d\omega).$$

» Mais, d'après les équations (1), la somme des quatre premiers termes est nulle et il reste

$$h\,dh = \alpha\omega(dp + d\omega),$$

ou, en tirant dp de la première des équations (1) :

$$h\,dh = \alpha\omega\left[\left(1 - \frac{\alpha}{A}\right)d\omega + \frac{B - C}{A}\,qr\,dt\right].$$

» L'intégrale contiendra un terme en ω^2 qui s'annule au début et à la fin du cycle, et la variation de h^2 est représentée par

$$h_1^2 - h_0^2 = \frac{(B - C)\alpha}{A}\int_{t_0}^{t_1} \omega\, qr\,dt,$$

quantité qui n'est pas nulle, en général, car on peut supposer ω assez petit pour que les variations de q et r soient elles-mêmes aussi petites qu'on voudra, de sorte qu'on peut trouver des cycles dans lesquels ω, q et r auront constamment le même signe.

» La constante des quantités de mouvement restant invariable dans tous les cas, la force vive h^2 présente un minimum qui correspond au cas où le solide tourne autour du petit axe de l'ellipsoïde central. Dans ce cas, qui est celui de la Terre, on ne pourra pas *diminuer* la force vive du système, c'est-à-dire qu'il faudra *dépenser du travail* pour déplacer l'axe de rotation. Pour toute autre position initiale de l'axe instantané, on disposera d'une certaine quantité de force vive susceptible d'être transformée en travail.

» Dans un prochain travail, nous indiquerons comment on peut trouver des cycles permettant d'amener l'axe instantané de rotation dans telle position relative qu'on voudra, et nous montrerons comment on pourrait, en entretenant un mouvement convenable d'une partie du système, obtenir une rotation permanente du reste de la masse autour d'un axe qui ne serait pas un axe principal d'inertie. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équilibre d'élasticité d'un corps tournant.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Boussinesq.

« Lorsqu'un solide homogène de révolution tourne autour de son axe, le déplacement éprouvé par chaque élément, sous l'action de la force centrifuge, est évidemment dirigé dans le plan méridien et indépendant de l'orientation de ce dernier. Si l'on désigne par x et y les distances initiales de l'élément considéré à l'axe de rotation et à un plan fixe perpendiculaire à cet axe, par u et v les variations éprouvées par x et y, par ω la vitesse angulaire, par ρ la densité, par $4M$ le produit $\omega^2\rho$, par θ la dilatation cubique, égale à $\frac{u}{x}+\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}$, enfin, par φ la différence $\frac{dv}{dx}-\frac{du}{dy}$, et si λ, μ sont les coefficients d'élasticité; on trouve les deux équations

$$(1)\qquad \begin{cases} (\lambda+2\mu)\dfrac{d\theta}{dx}-\mu\dfrac{d\varphi}{dy}+4Mx=0,\\[2mm] (\lambda+2\mu)\dfrac{d\theta}{dy}+\mu\left(\dfrac{\varphi}{x}+\dfrac{d\varphi}{dx}\right)=0.\end{cases}$$

» Les tensions normales sont

$$\begin{cases} N_1=\lambda\theta+2\mu\dfrac{du}{dx} & \text{dans le sens du rayon,}\\[2mm] N_2=\lambda\theta+2\mu\dfrac{u}{x} & \text{perpendiculairement au méridien,}\\[2mm] N_3=\lambda\theta+2\mu\dfrac{dv}{dy} & \text{parallèlement à l'axe.}\end{cases}$$

» Une seule des tensions tangentielles n'est pas nécessairement nulle: c'est celle qui a pour valeur $T=\mu\left(\frac{dv}{dx}+\frac{du}{dy}\right)$, et qui s'exerce, d'une part, dans le plan perpendiculaire à l'axe, parallèlement au rayon, d'autre part, dans le plan perpendiculaire au rayon, parallèlement à l'axe. Le problème de l'équilibre d'élasticité d'un pareil solide consiste à trouver des valeurs

u et v satisfaisant aux équations (1) et telles que, pour tout élément de la surface libre, la tension normale et la tension tangentielle soient nulles. Il y a un cas particulier pour lequel la solution est d'une simplicité remarquable.

» Appelons k une constante, provisoirement quelconque, et posons

$$(2)\quad \begin{cases} (\lambda+\mu)u = kx - \dfrac{M(\lambda+2\mu)}{8\mu}x^3 - \dfrac{M\lambda}{2\mu}xy^2, \\ (\lambda+\mu)v = -2k\dfrac{\lambda}{\lambda+2\mu}y + \dfrac{M\lambda}{2\mu}x^2y + \dfrac{M\lambda^2}{3\mu(\lambda+2\mu)}y^3; \end{cases}$$

d'où l'on tire

$$(\lambda+\mu)\,\theta = 4k\frac{\mu}{\lambda+2\mu} - Mx^2 - \frac{2M\lambda}{\lambda+2\mu}y^2,$$

$$(\lambda+\mu)\,\varphi = 2\,\frac{M\lambda}{\mu}xy.$$

» Les équations (1) sont vérifiées; et l'on a en outre

$$(3)\quad \begin{cases} (\lambda+\mu)N_1 = 2k\dfrac{\mu(3\lambda+2\mu)}{\lambda+2\mu} - M\dfrac{(7\lambda+6\mu)}{4}x^2 - \dfrac{M\lambda(3\lambda+2\mu)}{\lambda+2\mu}y^2, \\ (\lambda+\mu)N_2 = 2k\dfrac{\mu(3\lambda+2\mu)}{\lambda+2\mu} - M\dfrac{(5\lambda+2\mu)}{4}x^2 - \dfrac{M\lambda(3\lambda+2\mu)}{\lambda+2\mu}y^2, \\ N_3 = 0, \qquad T = 0. \end{cases}$$

» La tension normale n et la tension tangentielle t qui s'exercent sur un élément superficiel perpendiculaire au méridien, dont la normale forme un angle α avec l'axe, ont pour valeurs (N_3 et T étant nuls)

$$n = N_1\cos^2\alpha, \qquad t = N_1\sin\alpha\cos\alpha;$$

on voit d'après cela que la surface pour laquelle $N_1 = 0$ remplit les conditions voulues pour jouer le rôle de surface libre. Cette surface est un ellipsoïde de révolution allongé, tel que le rapport entre le carré du diamètre équatorial et le carré du diamètre polaire soit égal à $\frac{4\lambda(3\lambda+2\mu)}{(\lambda+2\mu)(7\lambda+6\mu)}$, valeur dépendant uniquement du rapport des coefficients d'élasticité. Dans l'hypothèse $\lambda = \mu$, ce rapport devient $\frac{20}{39}$, ou sensiblement $\frac{1}{2}$. Le rayon de courbure du méridien, à la rencontre de l'équateur, est alors égal au diamètre équatorial. La constante k, laissée jusqu'ici arbitraire, permet de choisir à volonté l'un des diamètres.

» La discussion des formules qui précèdent conduit à des conséquences nombreuses. On voit, par exemple, que les plans des parallèles se transforment sensiblement en paraboloïdes tournant leur convexité vers l'équateur et que les droites parallèles à l'axe deviennent sensiblement des paraboles tournant leur concavité vers l'axe. On voit aussi que N_2 surpasse N_1 et que la différence $N_2 - N_1$ est égale à $\frac{\lambda + 2\mu}{2\lambda + 2\mu} M x^2$. La valeur maxima de N_2 se réalise au centre et elle est égale à $MR^2 \times \frac{7\lambda + 6\mu}{4\lambda + 4\mu}$, R étant le rayon équatorial.

» Mais un fait surtout mérite d'appeler l'attention. N_3 et T étant nuls, si l'on découpe l'ellipsoïde en tranches parallèles à l'équateur, chacune de ces tranches est individuellement en équilibre. Prenons en particulier le volume compris entre la surface de l'ellipsoïde et deux plans parallèles à l'équateur et symétriques par rapport à ce dernier. Nous obtenons l'état d'équilibre d'une meule plate, à profil latéral convenablement arrondi. Les résultats peuvent même s'étendre approximativement à une meule cylindrique, pourvu que l'épaisseur e de cette meule ne soit pas trop grande par rapport à son diamètre 2R. Il convient en pareil cas de choisir la constante k, et par suite le rayon équatorial R' de l'ellipsoïde, de telle manière qu'en appliquant les formules précédentes on trouve, pour les tensions N_1 exercées le long d'une génératrice de la surface cylindrique de la meule, une résultante nulle, ce qui donne $R'^2 = R^2 + \frac{e^2}{3} \frac{\lambda(3\lambda + 2\mu)}{(\lambda + 2\mu)(7\lambda + 6\mu)}$. Cette condition étant remplie, les forces fictives qu'il faudrait exercer sur le contour pour rentrer dans le cas résolu s'équilibrent d'elles-mêmes pour chaque bande élémentaire comprise entre deux génératrices consécutives du cylindre et dès lors on peut admettre, comme on le fait pour le problème de Saint-Venant, que les effets perturbateurs de ces forces, d'ailleurs très petites, disparaissent à une faible distance du contour de la meule. L'hypothèse est d'autant plus satisfaisante, en pratique, que les fortes tensions n'existent guère qu'au voisinage de l'axe.

» On rencontre dans l'industrie des meules possédant un diamètre de 1^{m}, une épaisseur de 20^{cm}, et tournant avec une vitesse circonférencielle de 30^{m} par seconde. En faisant, dans ces conditions, $\lambda = \mu$, on trouve que la flèche de l'arc d'ellipse substitué au méridien rectiligne n'est que de 5^{mm} et que R' n'excède R que d'un sixième de centimètre. Si le poids spécifique est égal à 2,5, les tensions N_1 et N_2 dépassent au centre 9^{kg} par centimètre

carré : efforts déjà considérables pour une substance gréseuse, et qu'il serait imprudent d'augmenter. »

PHYSIQUE. — *Sur une représentation graphique des ondes lumineuses.* Note de M. G. VERT.

« Les ondes, que nous appelons *lumineuses* quand elles sont comprises dans les étroites limites de longueur et de fréquence qui leur permettent d'impressionner notre rétine, sont loin d'être homogènes, c'est-à-dire que leur ondulation est loin d'être formée d'une seule longueur d'onde. Elles présentent au contraire, comme les vibrations sonores, des ondes simultanées, de longueur et fréquence liées par des rapports simples, et dont les phases forment, par leur correspondance, un cycle hélicoïdal. Ces phases peuvent être représentées graphiquement de la manière suivante.

» On circonscrit une hélice à un cylindre, et l'on écrit, à intervalles égaux, le long de cette hélice, les longueurs d'onde consécutives mesurées en unités quelconques, mais égales, et formant série continue de o à ∞. Ces longueurs d'onde doivent former progression arithmétique, et se trouver disposées de telle sorte que toutes celles qui sont comprises dans les limites de la visibilité, de l'infra-rouge à l'ultra-violet, soient sur une même spire, et leur projection, par conséquent, sur une même circonférence, en série continue.

» Si l'on coupe le cylindre par un plan diamétral, tous les nombres rencontrés d'un même côté du cylindre par la trace de ce plan égalent la demi-somme des deux nombres rencontrés par l'autre trace sur le même tour de spire, au-dessus et au-dessous du premier.

» Les longueurs d'onde situées sur une même trace représentent les phases qui peuvent exister simultanément dans une même ondulation ; les autres, situées sur la trace diamétrale, en diffèrent d'une demi-période.

» Remarquons que, quel que soit le nombre des phases simultanées, une seule à la fois peut être sensible à la rétine.

» Si nous plaçons, en correspondance, avec les longueurs d'onde de la spire de visibilité, les couleurs correspondantes du spectre, nous pourrons les projeter en cercle continu sur un plan, et nous obtiendrons le cercle chromatique de Chevreul. Nous comprendrons ainsi la continuité du rouge et du violet, séparés pourtant par une période entière. Nous compren-

drons aussi les lois de Chevreul, basées sur l'accord et la dissonance des phases.

» Nous aurons, enfin, une explication de la substitution de la couleur par sa complémentaire, dans les impressions rétiniennes persistantes. Pour une cause à déterminer, les phases, reproduites par la persistance, dans les terminaisons du nerf optique, du mouvement dû à l'ébranlement extérieur, baissent d'une demi-période.

» Notons seulement que les lois qui régissent les rapports de simultanéité et de succession des phases d'une même série nous sont encore inconnues. »

PHYSIQUE. — *Sur la vérification du théorème des états correspondants.* Note de M. C. **Raveau**.

« M. Amagat a indiqué, pour la vérification du théorème des états correspondants, une méthode doublement intéressante, en ce qu'elle n'exige pas la connaissance des constantes critiques, et qu'elle permet d'utiliser directement, avec le degré d'approximation de leur tracé, les courbes qui traduisent les résultats expérimentaux; la méthode suivante, qui présente les mêmes avantages, pourra peut-être rendre quelques services.

» Pour passer du réseau des isothermes d'un corps à celui d'un autre, il faut multiplier les ordonnées et les abscisses de chacun des points par des facteurs constants, c'est-à-dire qu'il faut ajouter à leurs logarithmes deux constantes. Supposons que, au lieu de prendre pour coordonnées d'un point pv et p, par exemple, comme le fait M. Amagat, on porte sur les axes les logarithmes de ces quantités; on passera d'un point au point correspondant en augmentant son abscisse et son ordonnée de deux constantes, c'est-à-dire qu'on passera d'une courbe à la correspondante par une simple translation. En d'autres termes, si le théorème de Van der Waals se vérifie, les réseaux qu'on obtiendra pour les différents corps seront superposables. La possibilité de cette superposition sera facile à constater, soit qu'on photographie les réseaux sur verre, soit plus simplement qu'on trace l'un d'eux sur un papier transparent. Les composantes de la translation qu'il faudra exécuter pour obtenir la coïncidence détermineront les logarithmes des coefficients de proportionnalité.

» Avec ces transformées logarithmiques, la sensibilité de la méthode

varie d'un point à l'autre du diagramme; il faudra tracer à des échelles différentes les diverses parties des réseaux et effectuer plusieurs comparaisons successives. Comme M. Amagat a bien voulu me le faire observer, on ne devra pas alors se borner à la constatation de coïncidences, qui prouveraient seulement que la proportionnalité se vérifie approximativement dans chacune des régions limitées que l'on étudie; il sera nécessaire de constater que les valeurs des coefficients de passage d'un réseau à l'autre restent bien les mêmes dans toute l'étendue du champ étudié expérimentalement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un galvanomètre absolument astatique et à grande sensibilité*. Note de M. **A. Broca**, présentée par M. A. Cornu.

« Il y a un an, M. Pierre Weiss (1) a montré tout l'avantage qu'on pouvait retirer de l'emploi des équipages à aiguilles verticales pour le galvanomètre Thomson. Depuis cette époque, j'ai employé cet équipage d'une manière constante, et je l'ai trouvé d'un emploi très commode, mais d'une construction délicate. Il faut, en effet, pour se mettre tout à fait à l'abri des perturbations du champ terrestre, amener les aiguilles à un parallélisme absolu. Cela est difficile à réaliser géométriquement, et aucune méthode expérimentale de retouche ne permet d'y arriver.

» J'ai alors songé à remplacer les aiguilles ordinaires par des aiguilles ayant en leur milieu un point conséquent. Le point conséquent de l'une des aiguilles étant austral et celui de l'autre étant boréal, si l'on place les aiguilles rigoureusement verticales et les pôles de noms contraires en regard, on aura un système qui sera astatique pour la même raison que l'équipage de M. Pierre Weiss. Mais, en outre, il est aisé de voir que, si le point conséquent de chacune des aiguilles est rigoureusement en son milieu, et si l'aiguille est rigoureusement droite, chacune d'elles, prise isolément, sera toujours en équilibre indifférent dans un champ uniforme, quelle que soit la position dans laquelle elle est suspendue.

» Supposons, maintenant, un couple de ces aiguilles formant un équipage : il est aisé de voir que la verticalité des aiguilles réduira au second ordre l'erreur résiduelle relative à chaque aiguille, au point de vue de l'astaticité, et que l'ensemble des deux sera insensible, non seulement à un

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 728; 1895.

champ uniforme, mais même à un champ uniformément varié. En effet, le moment relatif au couple de points conséquents est juste double du moment μ relatif à chacun des couples de pôles ordinaires. Si donc nous appelons f_1, f_2, f_3 les forces magnétiques horizontales aux trois pôles du système, le couple agissant sera $\mu f_1 - 2\mu f_2 + \mu f_3$ ou $\mu(f_1 - 2f_2 + f_3)$. Pour que ce couple ne soit pas nul, il faut que f_2 ne soit pas la moyenne de f_1 et de f_3, ou que la courbe qui représente la variation du champ le long de la direction de l'équipage ne puisse pas être confondue avec sa tangente, pour une variation de la variable égale à la longueur des aiguilles.

» Un système ainsi constitué est pratiquement indépendant des perturbations magnétiques dues même à des aimants puissants, tant que leur distance à l'équipage n'est pas du même ordre de grandeur que les dimensions de celui-ci. Au contraire, un aimant, même très faible, à une distance de cet ordre de grandeur, permet d'en être absolument maître. Pour diriger convenablement les équipages et leur donner le temps d'oscillation voulu, l'aimant directeur ordinaire est donc tout à fait incommode. Je l'ai remplacé par deux petites aiguilles aimantées très fines et placées l'une normalement aux bobines du galvanomètre, l'autre parallèlement et à la hauteur de l'un des pôles de l'équipage. Ces aiguilles ne peuvent prendre que des mouvements de translation dans de petits tubes à frottement doux. L'aiguille normale sert à annuler, une fois pour toutes, les forces qui dévient l'équipage de sa position d'observation. On peut ensuite faire varier la grandeur de la force directrice, au moyen des aimants parallèles aux bobines. L'emploi de l'aimant normal est d'ailleurs d'un grand secours dans beaucoup de cas. Je me réserve de revenir ultérieurement sur ce sujet.

» Pour réaliser pratiquement le système, il faut faire les aiguilles droites et les amener à avoir un moment magnétique nul. La première condition est aisée à réaliser par un procédé que m'a indiqué M. Gaiffe : il suffit de chauffer et tremper le fil tendu par un poids; si la chauffe est régulière, on a ainsi des fils rigoureusement droits.

» L'aimantation se fait en frottant le milieu de l'aiguille sur un angle d'un fort aimant. Le point conséquent ainsi formé peut se déplacer sous l'action de l'aimant qui l'a donné. On peut donc ainsi retoucher chaque aiguille séparément, jusqu'à ce qu'elle soit en équilibre à peu près indifférent dans le champ terrestre, même quand elle est suspendue horizontalement.

» La sensibilité d'un galvanomètre dépendant essentiellement de l'ai-

mantation des aiguilles, j'ai cherché si l'aimantation ainsi obtenue était comparable à celle que prennent les aiguilles à deux pôles ordinaires. En mesurant balistiquement le flux émis par les surfaces polaires extrêmes de deux aiguilles de même longueur, prises dans le même échantillon, j'ai vérifié que l'aimantation de l'aiguille à point conséquent était 0,9 de celle de l'aiguille ordinaire. Le résultat est donc satisfaisant.

» La permanence de l'aimantation est bonne aussi. Un équipage, assez astatique pour qu'une torsion de 360° du fil de cocon simple de 12^{cm} de long qui le suspendait lui donnât une déviation de 90°, avait gardé, au bout de six semaines, son plan d'équilibre et sa période d'oscillation.

» Ces équipages peuvent être utilisés, soit avec une seule paire de bobines agissant sur le pôle double, soit avec deux paires dans le même sens agissant sur les pôles extrêmes, soit avec trois paires agissant sur chacun des points aimantés.

» Dans le premier et le second cas, on gagne, en outre, l'action des bobines sur les pôles situés en dehors.

» J'ai fait construire un galvanomètre à une seule paire de bobines, qui m'a permis, avec les dimensions pour lesquelles M. Pierre Weiss a réalisé la constante de 110 (bobine de 27^{mm}), de réaliser la constante de 250, et l'équipage que j'ai construit est loin des meilleures conditions possibles.

» Le galvanomètre à trois bobines donne lieu à un problème de maximum, pour savoir quel doit être le rapport des dimensions des bobines extrêmes à celles de la bobine centrale, et le rapport des diamètres des fils à enrouler sur ces bobines. On trouve facilement que le diamètre doit être le même pour les deux fils, et que les dimensions des bobines doivent être dans le rapport $\frac{1}{\sqrt{2}}$. En poussant le calcul plus loin, on voit que le galvanomètre à une seule paire de bobines est plus sensible que celui à deux paires et perd très peu de chose sur celui à trois paires. Il est donc préférable, à cause de sa simplicité, et c'est pour cela que je m'y suis tenu.

» On conçoit la possibilité de construire des galvanomètres avec des aiguilles présentant un nombre impair quelconque de points conséquents, et avec autant de paires de bobines que de points conséquents. La sensibilité augmente théoriquement au delà de toute limite, mais au prix d'une extrême complication. De plus, ces équipages, encore insensibles à un champ uniforme, deviendront sensibles à un champ uniformément varié. Ce mode de construction pourra cependant être envisagé pour la réalisation de galvanomètres très résistants et très sensibles. De plus, les poids

morts, miroir et mastic, pouvant rester à peu près les mêmes, la qualité de l'équipage peut être sensiblement augmentée par ce procédé, dont la difficulté réside uniquement dans la construction d'aiguilles longues et droites, et aimantées convenablement avec plusieurs points conséquents. »

PHYSIQUE. — *Sur la vaporisation des métaux à la température ordinaire.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« La Communication récente de M. Colson (p. 49 de ce Volume), relative à l'action du zinc sur une plaque au gélatino-bromure, m'engage à faire connaître à l'Académie que j'ai obtenu, il y a quatre ans environ, des résultats tout semblables avec l'acier, comme le montrent les deux épreuves que je joins à cette Note.

» L'une a été produite par un barreau aimanté, séparé de la plaque par un rectangle en bristol (carte de visite). L'empreinte très noire, produite par le barreau, se voit aussi bien à l'endroit où la carte (qui a laissé son empreinte en clair) séparait le barreau du gélatino-bromure qu'en dehors (la pose a été de quinze à vingt jours). La seconde (pose deux mois) représente un diapason non aimanté, séparé de la plaque par deux morceaux de bristol (insolés?) qui ont laissé, cette fois, leur trace en noir foncé. Enfin une troisième épreuve montre un disque de plomb fendu (disque de sonomètre) qui a laissé son image en clair, le bristol la formant en noir. Les plus grandes précautions avaient été prises pour que, pendant la pose, la lumière ne pénétrât pas dans la boîte noire contenant la plaque, qui était entourée elle-même de plusieurs autres boîtes noires.

» Je n'hésitai pas, à cette époque, à attribuer ces effets à la vapeur du métal, d'autant plus que j'avais déjà montré [*Influence d'un métal sur la nature de la surface d'un autre métal placé à petite distance* (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1247)] par des procédés très délicats, fondés sur la différence de potentiel apparente de deux métaux en contact, que la plupart des métaux émettent à froid un corps volatil, vraisemblablement la vapeur du métal lui-même.

» Je n'avais pas cru devoir publier les expériences qui font l'objet de cette Note, quelque curieuses qu'elles m'eussent paru, parce que je les jugeais incomplètes et que je me proposais toujours d'en reprendre l'étude.

» Après la remarquable découverte de M. Becquerel, on peut se demander si les effets que j'ai obtenus avec l'acier, et que M. Colson

a obtenus depuis avec le zinc, ne seraient pas dus à des radiations invisibles, émises par ces corps, analogues ou identiques à celles produites par l'uranium. C'est un point qui paraît assez facile à vérifier, en enfermant des morceaux de ces métaux dans les petites cloches de verre hermétiquement fermées par une lamelle de microscope, qu'a employées M. Becquerel. J'ai tenté l'expérience, il y a un mois environ; mais le temps de pose (huit jours) a été trop court pour que les morceaux d'acier mis sous cloches et les morceaux non protégés employés comme témoins aient produit une action. L'expérience sera reprise avec un temps de pose de deux mois ».

PHOTOGRAPHIE. — *Procédé pour photographier en creux les objets en relief et* vice versa. Note de M. **Ernest Moussard**, présentée par M. Lippmann.

« Les difficultés que les archéologues rencontrent lorsqu'il s'agit de dérober à l'action du temps quelque précieux document, m'ont suggéré l'idée de chercher la solution du problème suivant : Prendre, au moyen d'un moulage, l'empreinte d'une inscription ou d'un dessin gravé en creux ou en relief; photographier cette empreinte qui représente l'opposé de l'objet, et obtenir, *avec un seul cliché,* l'image réelle de l'inscription ou du dessin. Voici la solution que j'ai imaginée :

» On prend, au moyen d'un moulage au papier ou au plâtre, l'empreinte de l'objet ; on photographie cette empreinte qui est l'inverse de l'original, après avoir eu soin : 1° de placer en bas le haut du moulage à photographier ; 2° de mettre dans le châssis la plaque de gélatino-bromure, le verre en dessus et la couche sensible en dessous, de manière à obtenir un cliché négatif du moulage, qui lui-même est le négatif de l'objet, puis opérer comme à l'ordinaire.

» On obtient alors le cliché d'un objet éclairé de bas en haut, avec lequel on reproduit, sur le papier sensibilisé, l'image exacte de l'original et non celle de l'empreinte. C'est cette manière d'éclairer l'objet qui produit l'illusion du creux ou du relief, phénomène d'optique causé par l'habitude que nous avons contractée de voir les objets éclairés par en haut. »

PHYSIQUE. — *Sur la manière dont les rayons X provoquent la décharge des corps électrisés.* Note de M. **Émile Villari**, présentée par M. Mascart.

« Dans une de mes Notes précédentes, présentée le 14 mars 1895 à l'Académie de Naples, j'avais déjà indiqué la manière dont la décharge électrique est provoquée par les rayons X. Depuis lors, j'ai fait de nouvelles recherches, dont j'exposerai le résumé.

» 1° La décharge d'un conducteur faite dans l'air, lorsqu'elle est provoquée par les rayons X, semble avoir lieu par *convection* ou par transport, et, pour ainsi dire, par une danse électrique des particules d'air, activée par la radiation.

» 2° La décharge du conducteur se ralentit lorsqu'on diminue la surface du conducteur électrisé exposée à l'air, en en couvrant une partie avec de la paraffine.

» 3° Lorsque le conducteur chargé est tout couvert de paraffine en contact, la décharge, à peine commencée par les rayons X, s'arrête. Le peu d'électricité transportée peut-être par les traces d'air environnant charge la paraffine, et la décharge ultérieure est empêchée.

» 4° Si le conducteur est entouré par l'air et par un tube de paraffine, il se décharge d'abord assez rapidement sous l'influence des rayons X; mais, aussitôt après, la décharge procède avec une très grande lenteur. L'électricité transportée, comme d'habitude, par l'air charge aussitôt les parois du tube et se disperse ensuite avec difficulté.

» 5° L'électricité, qui s'est dispersée du corps sous l'action des rayons X, peut se réunir sur un tube de paraffine ou de métal isolé, lorsqu'ils entourent le corps qui se décharge. L'électricité réunie sur le tube de paraffine ou de métal peut être directement observée au moyen d'un électroscope à pile sèche, et se trouve être, comme il est naturel, de la même nature que celle du corps.

» 6° Les tubes métalliques, isolés ou non, qui entourent l'électroscope, servent à y condenser les charges. Ils en ralentissent la décharge produite par les rayons X, soit par la plus grande électricité accumulée, soit aussi par leur transparence incomplète aux rayons mêmes. »

PHYSIQUE. — *De l'action des tubes et des disques métalliques sur les rayons X.* Note de M. ÉMILE VILLARI, présentée par M. Mascart.

« Dans diverses Notes, déjà présentées à l'Académie de Naples, j'ai démontré que les rayons X, lorsqu'ils passent par des tubes opaques, à demi transparents ou transparents, perdent beaucoup, peu ou très peu de leur efficacité à décharger un électroscope électrisé. Il semblerait, par là, que les rayons agissent, non seulement du côté de leur direction, mais aussi latéralement, et les tubes opaques, en supprimant les rayons latéraux divergents, et en ne laissant passer que ceux qui vont en ligne droite entre l'ampoule de Crookes et l'électroscope, diminuent l'efficacité de la radiation totale.

» Les expériences qui suivent ont rapport à ces phénomènes :

» J'ai placé une ampoule en poire dans une grande caisse en plaques de plomb, de $4^{mm},4$ d'épaisseur, et tout à fait opaques aux rayons X, avec un trou de 9^{cm} vis-à-vis du fond de l'ampoule. Dans ce trou, j'ai introduit un tube de fer-blanc de 9×25^{cm}; à $35^{cm},5$ de l'ampoule, j'ai placé un disque en plomb de $13,5 \times 0^{cm},44$, et à $7^{cm},5$ un électroscope renfermé dans une cage de garde. Ces diverses parties étaient centrées. Ayant mis l'ampoule en activité, j'ai observé :

» 1° Que, sans le tube en fer-blanc et sans le disque de plomb, la décharge de 5° se faisait en $3^s,7$;

» 2° Que le tube tout seul ralentit un peu la décharge des 5°, de $3^s,7$ à $4^s,5$;

» 3° Que le disque tout seul, à cause de l'ombre qu'il produit, ralentit de beaucoup la décharge usuelle, de $3^s,7$ à 12^s;

» 4° Que le disque ralentit encore davantage la décharge des 5°, lorsque les rayons qui le frappent ont passé par le tube de fer-blanc.

» Ceci confirme que les rayons qui sortent du tube sont, pour ainsi dire, plus serrés; qu'ils peuvent plus difficilement se replier sur le bord du disque et frapper l'électroscope placé dans son ombre.

» J'ai couvert un côté d'une plaque de cuivre $(7 \times 7 \times 0^{cm},04)$, unie à l'électroscope par une plaque de paraffine $(9 \times 9 \times 1^{cm},5)$ et j'ai observé que, en exposant la paraffine à l'action des rayons, la décharge de 5° se faisait en $29^s,4$, et que, en exposant le côté découvert de la plaque de cuivre à la radiation, la même décharge se faisait en 21^s.

» Et comme j'ai démontré que la décharge d'un conducteur couvert de paraffine est minime ou nulle, on doit croire que, dans le cas précédent,

la décharge se fait toujours du côté métallique, même lorsqu'il n'est pas directement frappé par les X.

» Les rayons qui frappent la paraffine pourraient peut-être, vu la transparence de la mince plaque de cuivre, se transmettre à son côté découvert et y provoquer la décharge. Mais ayant répété l'expérience avec un gros disque de plomb ($8 \times 0^{cm},44$), tout à fait opaque, et ayant obtenu des résultats identiques aux précédents, le phénomène ne peut être attribué à la transparence du métal. Il ne peut non plus être attribué à une conductibilité spéciale du métal même pour l'efficacité des rayons, transmise du côté paraffiné au côté découvert, pour l'expérience suivante :

» J'ai réuni à l'électroscope, par un mince fil de cuivre de 80^{cm}, un disque d'aluminium de 6^{cm} de diamètre. J'ai enveloppé le conducteur de l'électroscope et le fil par une forte couche de paraffine, de manière que le disque d'aluminium seul restait exposé au contact de l'air. J'ai couvert le tout d'une cage de garde en communication avec le sol et, après avoir chargé l'électroscope au moyen du disque et du fil, je l'ai exposé, tout seul, à l'action des rayons X. Après une légère décharge initiale, l'électroscope reste complètement immobile; et cette décharge initiale n'a lieu que dans les premières expériences, jusqu'à ce que la surface de la paraffine en contact avec le conducteur chargé ait pris la charge de ce dernier.

» Donc, l'activité des rayons qui frappent l'électroscope n'est point transmise par le fil au disque d'aluminium, car, autrement, la décharge serait produite par lui. Par conséquent, dans le cas du disque de plomb frappé par les rayons du côté paraffiné, la décharge du côté découvert ne peut être produite que par les rayons qui contournent le bord du disque et pénètrent dans son ombre.

» Cette explication est, à son tour, encore confirmée par l'expérience suivante :

» J'ai placé devant l'ampoule de Crookes une plaque de zinc complètement opaque ($40 \times 40 \times 0^{cm},42$) avec un trou central de 4^{cm} vis-à-vis de l'ampoule. J'ai introduit dans ce trou un petit tube de fer-blanc (6×6^{cm}) de manière à obtenir des rayons peu divergents. J'ai exposé à leur action le côté paraffiné du disque de plomb habituel, et la décharge de 5° de l'électroscope qui y était uni se fit en 350^{s} à 400^{s}. Ayant ensuite exposé le côté découvert du disque à l'action des rayons X, la décharge de 5° se fit en 40^{s} à 50^{s}, c'est-à-dire un peu plus de $\frac{1}{10}$ du temps. Dans les premières expériences faites, sans le petit tube de fer-blanc, la différence du temps de la décharge, dans les deux manières d'agir dont je viens de parler, était à peine de 23^{s} à 17^{s} environ. Dans ce dernier cas, c'est-à-dire sans le petit tube de fer-blanc, les rayons divergents et latéraux passent mieux sur le bord du disque, se replient sur son côté qui est à l'ombre et en activent la décharge presque avec autant de force que s'ils le

frappaient directement; ce qui n'a lieu qu'en partie lorsque les rayons ont passé par le tube de fer-blanc. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Action des rayons de Röntgen sur le bacille diphtérique.* Note de M. F. **Berton**, présentée par M. Bouchard.

« J'ai exposé des cultures du bacille de la diphtérie, en bouillon, aux rayons de Röntgen, pendant seize heures, trente-deux heures, soixante-quatre heures. Après chaque durée d'exposition les cultures étaient ensemencées dans du bouillon et injectées à des cobayes (deux cobayes pour chaque culture). Une culture témoin a été également réensemencée et injectée à deux cobayes. Je n'ai obtenu aucun résultat. Les cultures exposées et réensemencées ont poussé aussi rapidement et aussi abondamment que la culture témoin. Les animaux sont morts aussi rapidement que les témoins.

» Ce résultat est conforme à celui qui a été obtenu par MM. Wade (*British med.*, février 1896) et Minck (*Munch. med. Wochenschr.*, 1er mai 1896. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la fusibilité des alliages métalliques.* Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. H. Moissan.

« Les recherches de M. Le Chatelier sur la fusibilité des mélanges salins lui ont permis d'établir l'identité absolue de ces mélanges avec ceux d'un sel et d'eau, que l'on désigne généralement sous le nom de *solutions*. Aux courbes de solubilité correspondent les courbes de fusibilité, et ces dernières présentent les mêmes formes générales que les premières. Dans les deux cas, ces courbes sont rarement continues, mais formées d'un certain nombre de branches se coupant à angles vifs, et l'expérience a montré que la courbe complète de solubilité ou de fusibilité comprend autant de ces branches qu'il peut, du mélange liquide, se déposer de corps solides à un état chimique différent.

» La solidification d'un mélange salin fondu peut s'effectuer dans des conditions correspondant à trois cas bien distincts qui se traduisent chacun par une forme particulière des courbes de fusibilité, de sorte que, réciproquement, de l'examen de la courbe de fusibilité d'un mélange, on peut déduire les conditions dans lesquelles a eu lieu la solidification. Ces cas sont les suivants :

» 1° Pendant la solidification, les cristaux des deux sels se juxtaposent

simplement, sans qu'il se forme de combinaisons. La courbe de fusibilité se compose de deux branches (pratiquement des droites) correspondant chacune à l'un des sels du mélange et venant se couper en un point situé au-dessous des points de fusion de chacun des deux sels isolés. Le mélange à point de fusion minimum qui correspond à ce point anguleux est dit *mélange eutectique*.

» 2° La solidification donne lieu au dépôt d'une combinaison définie, dont les cristaux s'enchevêtrent dans ceux du sel en excès. La courbe de fusibilité est alors formée de trois branches, les deux extrêmes correspondant au dépôt de chacun des sels isolés et celle du milieu à la combinaison; cette branche présente généralement un maximum pour une composition du mélange très voisine de la combinaison. Les deux points anguleux sont chacun relatif à un mélange eutectique.

» 3° Si, enfin, les deux sels mélangés sont isomorphes et peuvent fournir des composés isomorphes, la courbe de fusibilité ne comporte plus qu'une branche unique s'éloignant peu de la droite qui joint les points de fusion de chacun des deux sels mélangés.

» Les alliages métalliques sont des corps dont la structure cristalline est parfaitement reconnue aujourd'hui et dès lors on peut s'attendre à observer dans l'action de la chaleur sur ces corps des phénomènes analogues à ceux qui se manifestent pour les autres mélanges cristallisés. C'est ce que confirme l'expérience. Si, en effet, avec les valeurs numériques des températures de fusion actuellement connues pour un petit nombre d'alliages, on construit les courbes de fusibilité correspondantes, on obtient pour celles-ci des formes analogues à celles relatives aux mélanges salins.

» Ainsi les alliages d'étain avec le zinc, le bismuth et le plomb correspondent au cas où il ne se forme pas de combinaison. Les alliages du cuivre avec l'étain et l'antimoine, dont la fusibilité a été déterminée par M. Le Chatelier, correspondent, au contraire, au cas d'une combinaison, et la composition de cette dernière est donnée par la position du maximum; ces combinaisons ont été isolées et ont pour formules $SnCu^3$ et $SbCu^2$. Le cas des mélanges isomorphes est représenté par l'alliage or-argent.

» L'étude de la fusibilité des alliages métalliques semble donc devoir fournir des renseignements précis sur la constitution chimique de ces alliages.

» Les recherches qui suivent sont relatives à quatre alliages : étain-nickel, étain-aluminium, aluminium-argent, antimoine-aluminium. Les températures de solidifica-

tion de ces alliages ont été déterminées au moyen du couple thermo-électrique de M. Le Chatelier. Le Tableau suivant indique les températures de solidification correspondant à chacun des alliages dont la composition est exprimée par le poids du métal le moins fusible contenu dans 100 parties de l'alliage :

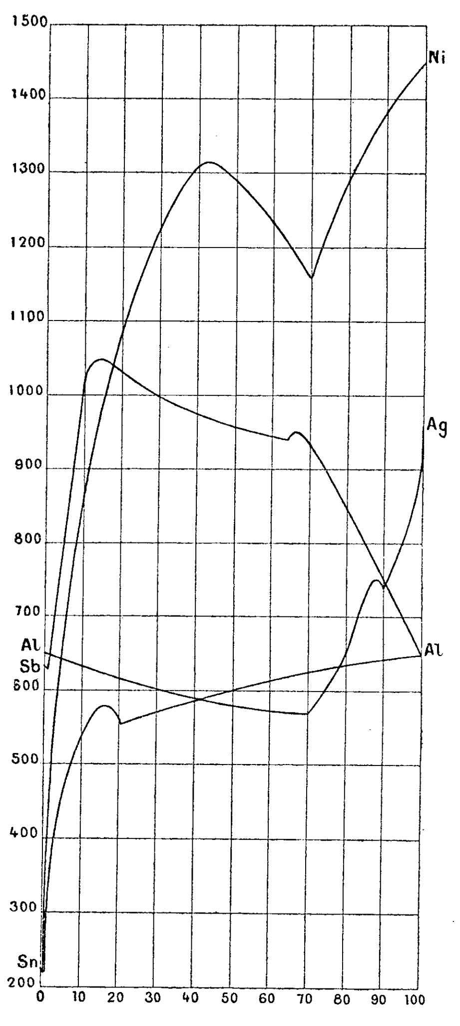
Sn Ni.	Température.	Sn Al.	Température.	Al Ag.	Température.	Sb Al.	Température.
0	232°	0	232°	0	650°	0	632°
0,01	231	0,05	229	20	615	1,13	630
5	670	1	328	44	585	5,42	855
10	800	2,4	390	70,2	570	8,40	945
25	1165			79,7	645	10,28	1030
33,33	1270	5,5	470	84,6	720	14,66	1048
40	1310	7	500	88,7	750	18,65	1035
50	1290	8,5	520	89,7	740	25	1010
66,66	1190	12,5	565	91,8	760	36,43	983
75	1230	15,7	580	94	790	54,47	950
83,3	1320	19	565	96,3	815	60	945
90,9	1390	20,5	553	98,75	885	66	950
100	1450	27	558	100	954	68,52	940
		54	605			84,89	800
		70	622			91,9	734
		83	637			100	650
		100	650				

» Les courbes de fusibilité correspondantes (*fig.* 1) montrent que ces quatre alliages correspondent au cas de combinaisons définies puisque chacune d'elles se compose de trois branches. La position des maxima permet de prévoir les formules de ces combinaisons qui seraient respectivement Ni^3Sn^2, SnAl ou Sn^3Al^2, Ag^2Al et SbAl. Je n'ai pas encore cherché à isoler ces combinaisons, mais la dernière l'a été par M. Wright; son point de fusion (1040°) est très voisin de celui du cuivre.

» Les alliages antimoine-aluminium présentent plusieurs particularités intéressantes. La fusibilité d'un alliage binaire est toujours plus grande que celle du métal le moins fusible qui le compose; pour la plupart des alliages antimoine-aluminium, c'est-à-dire pour tous ceux qui contiennent plus de 2 pour 100 d'aluminium, c'est l'inverse que l'on observe : ils sont moins fusibles que l'aluminium. Il n'y a qu'une seule autre exception analogue pour des alliages d'or et d'aluminium très riches en or; ce fait tient aussi à la formation d'une combinaison définie Al^2Au, isolée par M. Roberts-Austen et fusible à 1070° soit à 20° au-dessus de l'or.

» Ceux des alliages antimoine-aluminium dont la composition est voisine de Sb Al ont la curieuse propriété de se réduire lentement en poudre d'une manière spontanée et la poussière ainsi formée ne fond plus à 1100°

alors que le moins fusible de ces alliages fond à 1050°. La transformation est trop lente pour que j'aie pu encore déterminer à quoi elle est due; cependant je serais assez porté à croire que cette pulvérisation est le résul-



tat d'une oxydation, car un échantillon conservé depuis quelque temps dans le vide ne semble pas altéré.

» Enfin, à propos de ces alliages, je rectifierai une erreur qui se trouve reproduite dans tous les Ouvrages de Chimie : le point de fusion de l'antimoine y est indiqué comme voisin de 430° alors qu'en réalité ce corps ne fond qu'au rouge; sa température de fusion, déterminée au moyen du pyromètre, est de 632°. »

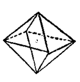
CHIMIE MINÉRALE. — *Les diamants de l'acier.* Note de M. **Rossel**, présentée par M. Henri Moissan ([1]).

« M. Moissan dans ses remarquables travaux sur la formation artificielle du diamant, qu'il a obtenu au moyen du fer saturé de carbone à haute température au four électrique, a contribué d'une manière magistrale à expliquer les forces qui réagissent, ou plutôt qui ont réagi sur le carbone, pour le transformer en octaèdres transparents ([2]). M. Moissan a saturé du fer fondu à 3000° avec du charbon : par le refroidissement à haute pression une partie du carbone est transformée en diamants microscopiques. Ce fait remarquable m'a fait penser que les aciers très durs, produits à très haute température dans les aciéries et refroidi sous haute pression, devaient contenir du carbone ayant les mêmes formes et les mêmes propriétés que les diamants décrits par M. Moissan.

» J'ai traité un certain nombre d'échantillons d'aciers spéciaux par les méthodes décrites par M. Berthelot ([3]) et par M. Moissan. Après la dissolution du métal au moyen des acides forts, les résidus ont été successivement traités par l'acide nitrique concentré, le chlorate de potassium en fusion, l'acide fluorhydrique concentré et l'acide sulfurique fort.

» Mes prévisions ne m'avaient pas trompé, j'ai trouvé dans un grand nombre d'échantillons des résidus cristallisés, transparents, non solubles par tous les traitements décrits et possédant tous les caractères indiqués par M. Moissan. Tantôt ces résidus sont cristallisés en octaèdres réguliers de très petite dimension qui ne dépasse pas 15 micro-millimètres (*fig.* 1),

Fig. 1.



Octaèdres de 15^{microm} de *g*.

tantôt de débris également transparents de dimension plus considérable atteignant facilement un diamètre de $0^{\text{mm}},5$. Ces cristaux brûlent dans l'oxygène en donnant naissance à de l'acide carbonique; ils ont un aspect

---

([1]) Cette Note a été déposée sur le bureau de l'Académie le 1er juin; sa publication a été retardée par la gravure des figures.

([2]) Moissan, *Comptes rendus,* 6 février 1893 et 12 février 1894.

([3]) Berthelot, *Recherches sur les différents états du carbone* (*Annales de Chimie et de Physique,* 4e série, t. XIX, p. 392).

gras caractéristique, absorbent la lumière et ne donnent aucune coloration, quand ils sont soumis à l'action de la lumière polarisée. Les cristaux présentant un diamètre de $0^{\mathrm{mm}},5$ sont extrêmement durs, rayent le corindon, mais sont cassants. Un diamant présentant un diamètre de $0^{\mathrm{mm}},7$ s'est brisé en trois parties spontanément après la préparation microscopique.

» Grâce à la persévérance avec laquelle mon collaborateur, M. L. Franck a soumis les différents échantillons d'acier aux réactions les plus minutieuses, nous possédons une collection de diamants très caractéristiques.

» De plus dans un loup retiré à la base d'un haut fourneau appartenant à MM. Metz et C[ie], Esch sur l'Alzette (Luxembourg), nous avons constaté la présence de cristaux de dimensions dépassant $0^{\mathrm{mm}},5$. 50^{gr} de métal ont livré, après les traitements décrits, réitérés à plusieurs reprises, un résidu dépassant 5^{gr}; ce résidu de couleur foncée, très dur, se compose d'un grand nombre de minéraux présentant une cristallisation très régulière. En séparant ces cristaux mécaniquement à l'aide d'un fort grossissement, on parvient à isoler les fragments de diamants de grandes dimensions dont nous avons parlé.

» Nous sommes occupés à étudier ces cristaux d'une manière détaillée;

Fig. 2.

Fragment de diamant de $0^{\mathrm{mm}},5$.

Fig. 3 (1).

Fragment de diamant de $0^{\mathrm{mm}},5$.

pour le moment nous devons nous contenter de donner ici l'image de trois

(1) Les cristaux absorbent suffisamment de lumière pour donner à la photographie microscopique des images directement positives.

fragments qui nous ont paru mériter un intérêt particulier. Nous devons les préparations microscopiques qui nous permettent de décrire ces cristaux et de les photographier à l'amabilité et au talent de notre collègue, M. le professeur de Favel.

» Les deux fragments (*fig.* 2 et 3) étaient primitivement réunis; le cristal s'est brisé pendant la préparation microscopique en trois parties, dont l'une n'a pu être photographiée. Le cristal (*fig.* 4) a été retiré du

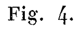
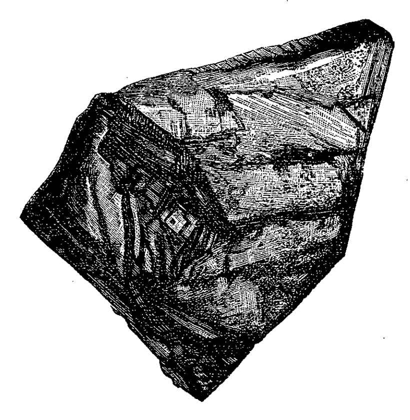


Fig. 4.



Diamant de $0^{mm},5$.

loup de fer décrit précédemment; il présente, malgré les traces non équivoques de brisure, des formes caractéristiques qui rappellent les diamants naturels. En nous basant sur ces expériences et leurs résultats, il nous paraît que la formation des diamants par la fusion du carbone à très haute température et le refroidissement sous haute pression reçoit une nouvelle confirmation et la théorie de la production des diamants, créée par M. Moissan, nous semble parfaitement justifiée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du silicium sur les métaux alcalins, le zinc, l'aluminium, le plomb, l'étain, l'antimoine, le bismuth, l'or et le platine.* Note de M. **Émile Vigouroux**, présentée par M. Henri Moissan.

« A la suite des travaux de M. Moissan [1] sur l'action du silicium sur le fer, le chrome et l'argent, j'ai fait connaître un certain nombre de sili-

---

(1) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXI; 1895.

ciures de composition définie. J'indiquerai aujourd'hui ce qui se passe lorsqu'on met en présence le silicium et certains métaux, depuis la température du rouge sombre jusqu'au point d'ébullition de l'un des deux éléments.

» *Métaux alcalins.* — Chauffés graduellement avec le silicium amorphe ou cristallisé dans un courant d'hydrogène, ils finissent par distiller sans se combiner avec lui.

» *Zinc.* — C'est en faisant réagir un fluorure double de silicium et de potassium, de sodium et de zinc que Deville et Caron ont obtenu un culot renfermant de belles aiguilles de silicium cristallisé. Si on le traite par l'acide chlorhydrique, il n'apparaît ni silice, ni hydrogène silicié, ni silicium amorphe pouvant être la conséquence de la présence d'un siliciure qui, pendant l'attaque, aurait abandonné son métal à l'acide et déposé le métalloïde dans cet état, comme le font certains carbures. Donc, le zinc dissout simplement le silicium. Toutefois en agitant ce dernier à l'état amorphe avec un tel métal en fusion, il n'y a pas dissolution : c'est que chaque grain de silicium s'est recouvert d'une mince couche de silice que le dissolvant est incapable de réduire au préalable. Mais si l'on mélange au zinc en fusion la scorie noirâtre résultant de l'action du sodium sur le fluorure double, elle abandonne au métal son silicium amorphe qui se retrouve parfaitement cristallisé dans le zinc. Au four électrique, les deux éléments mis en présence et refroidis brusquement ont encore fourni un culot de zinc sans siliciure.

» *Aluminium.* — Il ne paraît pas y avoir combinaison, malgré les différentes formules qu'on ait attribuées à ces siliciures présumés. Le silicium amorphe et l'aluminium en poudre, mélangés et chauffés progressivement, ne se combinent pas. Du silicium amorphe, projeté dans le métal en fusion, est dissous par ce dernier et se retrouve cristallisé dans le culot. Les culots obtenus vers 1000°, dans la préparation du silicium de Wœhler, attaqués par l'acide chlorhydrique, ne renferment pas de silicium combiné. A des températures supérieures à 1000°, et de plus en plus élevées, on n'observe pas de combinaison. Enfin, au four électrique, même avec des courants de 1000 ampères, l'aluminium, chauffé avec le silicium, soit libre, soit naissant, fournit un culot dépourvu de siliciure.

» *Plomb.* — Un mélange de fluorure double de sodium et de plomb, chauffé au four Perrot, a donné un culot métallique ne renfermant que peu de silicium dissous. Au four électrique, le silicium, mélangé à un grand excès de métal, a fourni un culot ne contenant que du silicium cristallisé; il n'y existait pas de siliciure.

Étain. — Au four Perrot, au four à réverbère, au four électrique, on n'a obtenu avec l'étain que du silicium dissous; dans le dernier cas, la proportion des cristaux était très grande.

» *Antimoine et bismuth.* — En faisant agir le silicium à l'état libre ou à l'état naissant (mélange de sodium et de fluorure double), on a obtenu des culots ne renfermant que des lames cristallines de silicium, sans siliciure.

» *Or.* — Au four à réverbère, dans un courant d'hydrogène, on a chauffé 4^{gr} de silicium et 28^{gr} d'or chimiquement pur. Après refroidissement, on a trouvé un certain nombre de grains métalliques, d'un jaune brillant, dont la cassure présentait de très

belles facettes ardoisées et cristallines de silicium ; il n'y avait pas trace de siliciure.

» *Platine.* — En chauffant au blanc des mélanges de silice et de charbon dans lesquels plongeaient des lames de platine, Boussingault (¹) formait un alliage cassant contenant du silicium combiné. M. Winckle (²), en portant au rouge blanc du platine avec du silicium en excès en présence de la cryolithe, obtenait un corps renfermant jusqu'à 10 pour 100 de silicium. J'ai pu arriver à un composé défini en utilisant une température plus élevée : celle du four électrique. Dans un premier essai, j'ai chauffé dans un tube en charbon une nacelle de même nature, renfermant du platine avec 5 pour 100 de son poids de silicium. Le culot était blanc, quelque peu cassant et sillonné de nombreuses stries cristallines de siliciure. Comme il n'était pas possible de séparer le composé de l'excès de métal, dans de nouveaux essais, j'ai modifié par tâtonnement le mélange de façon qu'il se formât, après réaction, un siliciure avec un petit excès de métalloïde. Le culot obtenu en employant entre 8 et 10 pour 100 de silicium, était blanc, très cristallin ; traité par l'eau régale, il laissait, comme résidu, de la silice et de légères traces de silicium cristallisé. Le siliciure répondait à la formule $SiPt^2$.

» *Propriétés.* — Blanc, cristallin, très dur, très cassant, pouvant être pilé; densité à 18°, 13,8. Capable de dissoudre le silicium, attaqué à chaud par le chlore et l'eau régale.

» *Analyse.* — Attaqué par l'eau régale qui donne du chlorure de platine, du silicium et de la silice. On rend cette dernière insoluble, on la reprend par l'eau régale et l'on filtre; le platine passe. Le résidu pesé (silice et silicium) est traité par l'acide fluorhydrique qui enlève la silice; d'où l'on déduit la proportion de silicium combiné.

» *Résultats :*

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $SiPt^2$.
Si pour 100	6,92	6,95	6,68
Pt pour 100	93,08	93,40	93,32
	100,00	100,35	100,00

» *Conclusions.* — Au point de vue de leur action sur le silicium, on peut diviser les métaux en deux groupes : 1° ceux qui ne s'unissent pas directement avec cet élément; 2° ceux qui s'unissent directement avec lui. On doit comprendre, dans les premiers, les métaux alcalins, le zinc, l'aluminium, le plomb, l'étain, l'antimoine, le bismuth, l'or et l'argent. Ils le dissolvent presque tous plus ou moins et l'abandonnent ensuite sous forme de cristaux. Les métaux capables de s'unir directement avec ce corps simple pour former des siliciures parfaitement cristallisés sont le fer, le

(¹) Boussingault, *Annales de Chimie,* 2e série, t. XVI; 1821, et *ibid.*, 5e série, t. VIII; 1876.

(²) Winckle-Pelouze et Fremy, *Traité de Chimie,* t. III, p. 1267.

chrome, le nickel, le cobalt, le manganèse, le cuivre, le platine. La composition du siliciure de fer ($SiFe^2$) et du siliciure de chrome ($SiCr^2$) ayant été d'abord établie par M. Moissan, j'ai ensuite reconnu que, pour tous ces siliciures cristallisés, elle était analogue, c'est-à-dire SiM^4 (M étant un métal monoatomique). Un certain nombre de ces nouveaux composés dissolvent le silicium, de même que les métaux; exemples : siliciure de cuivre, siliciure de platine. »

CHIMIE. — *Recherches sur les cyanures doubles*. Note de M. **Raoul Varet**.

« On classe généralement les cyanures doubles en deux groupes. Le premier comprend ceux qui sont facilement décomposables : on les considère comme étant de véritables sels doubles, dissociés au sein de leurs dissolutions; tels sont les composés engendrés par l'union des cyanures d'argent, de mercure, de nickel, etc., avec les cyanures des métaux alcalins et alcalino-terreux. Le second groupe renferme ceux qui, stables à l'état dissous, résistent mieux à l'action des réactifs : on les envisage comme dérivés de radicaux complexes et comme ayant une constitution absolument différente de celle des produits d'addition; tels sont les ferrocyanures, les ferricyanures, etc.

» Ayant constaté (*Annales de Chimie et de Physique*, 1896), à l'aide de la thermochimie et de la dialyse, que cette manière de voir ne s'appliquait pas aux combinaisons engendrées par le cyanure de mercure, j'ai pensé qu'il serait intéressant de généraliser ces résultats. C'est dans ce but que j'ai complété mes recherches relatives au cyanure de mercure, et que je les ai étendues aux combinaisons formées par le cyanure de nickel et par celui d'argent.

» L'étude des sels de mercure et de potassium, d'argent et de potassium avait déjà été effectuée par M. Berthelot; j'ai répété les expériences de ce savant, comme contrôle de mes propres déterminations. Les résultats que j'ai obtenus sont absolument concordants avec les siens.

» I. *Combinaisons du cyanure d'argent avec les cyanures des métaux alcalins et alcalino-terreux.* — Ces composés, à l'état solide, sont du type $2AgCy, MCy^2$. Ils ne sont pas dissociables par la dialyse. J'ai trouvé, vers 17°, que

				Cal
2AgCy sol.	+ 2KCy (1 mol. = 10^{lit})		dégage......	+13,00
»	+ 2NaCy	»	»	+13,12
»	+ $BaCy^2$ (mol. = 10^{lit})		»	+12,88
»	+ $SrCy^2$	»	»	+13,20
»	+ $CaCy^2$	»	»	+13,80

» J'ai également trouvé, vers 17°, en employant une proportion de cyanure alcalin ou alcalino-terreux plus grande que celle qui est nécessaire à la dissolution du cyanure d'argent :

			Cal
$2 AgCy + 4KCy$	(1 mol. = 12^{lit})	dégage..........	$+14,4$
» $+ 4NaCy$	»	»	$+14,3$
» $+ 2BaCy^2$	(1 mol. = 24^{lit})	»	$+14,3$
» $+ 2SrCy^2$	»	»	$+14,6$
» $+ 2CaCy^2$	»	»	$+14,64$

» Faisons varier la dilution, nous trouvons :

			Cal
$2 AgCy + 4 KCy$	(1 mol. = 2^{lit})	dégage........	$+16,9$
» $+ 4 NaCy$	»	»	$+16,80$
» $+ 2 BaCy^2$	(1 mol. = 4^{lit})	»	$+17,00$
» $+ 2 SiCy^2$	»	»	$+17,18$

» J'ai également trouvé, vers 18° :

			Cal
$2 AgCy^2 + 4KCy$	(1 mol. = 3^{lit})	dégage........	$+16,10$
» $+ 4NaCy$	»	»	$+16,00$
» $+ 2BaCy^2$	(1 mol. = 6^{lit})	»	$+16,20$
» $+ 2SiCy^2$	»	»	$+16,40$

» II. *Combinaisons du cyanure de nickel.* — J'ai trouvé, vers 15° :

			Cal
$NiCy^2$ préc. $+ 2KCy$	dissous	dégage............	$+12,4$
» $+ 2NaCy$	»	»	$+12,3$
» $+ BaCy^2$	»	»	$+12,4$
» $+ SiCy^2$	»	»	$+12,6$

» Ces composés ne sont pas dissociables par la dialyse.

» *Conclusions.* — Ces résultats, et ceux que nous avons obtenus pour le cyanure de mercure, montrent que les sels doubles que forment les cyanures métalliques proprement dits, en s'unissant aux cyanures des métaux alcalins et alcalino-terreux, ont sensiblement même chaleur de formation dans l'état dissous lorsque l'on considère un même groupe de sels.

» Ils ne sont pas dissociables par la dialyse.

» Ces caractères permettent de les considérer comme des dérivés d'acides complexes qui n'existent pas à l'état libre, ou sont tout au moins très instables, comme l'acide argentocyanhydrique.

» Les différents cyanures doubles se distinguent donc les uns des autres moins par la différence de leur arrangement moléculaire que par une stabilité plus au moins grande.

» Ces résultats sont une éclatante confirmation des vues développées par M. Berthelot au cours de ses recherches sur les sels doubles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'eau sur l'aldéhyde formique : application au rôle de cette substance dans les végétaux.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« C'est en voulant obtenir une solution d'aldéhyde formique pure, par dissolution du trioxyméthylène dans l'eau en tubes scellés, que j'ai été conduit à l'étude que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Je fis cette expérience en chauffant, pendant six heures, à 130°-140°, en tube scellé, le trioxyméthylène pur avec son poids d'eau. Le tube, à l'ouverture, contenait sous pression un gaz renfermant une forte dose d'acide carbonique; la liqueur possédait une réaction acide et n'avait pas précisément l'odeur de l'aldéhyde formique, mais une odeur éthérée rappelant le méthylal et l'éther formique :

» Pour exagérer le phénomène, trois chauffes consécutives de chacune six heures furent effectuées à 200°, sur 5gr de trioxyméthylène et 5gr d'eau. Après chaque chauffe, le tube était ouvert sous le mercure, pour recueillir les gaz formés et les analyser; on prenait aussi le titre d'acidité évalué en acide formique par centimètre cube. On a ainsi obtenu en tout : 700cc de CO^2, 29cc de CO, et constaté la disparition absolue de l'oxygène.

» La nature de l'acide formé a été établie au moyen de la liqueur résultant de la chauffe de 10gr de $(CH^2O)^3$ dans 15cc d'eau à 200° pendant six heures. L'acidité montra qu'il s'était formé 3gr,1 d'acide formique; c'est une richesse suffisante pour que l'addition d'une solution saturée d'acétate de plomb détermine directement la précipitation du formiate de plomb. Trouvé : Pb 69,59 pour 100 au lieu de 69,66 pour $(CHO^2)^2Pb$.

» Ce résultat peut s'interpréter facilement : l'eau agissant *seule* sur l'aldéhyde formique donne de l'acide formique et de l'alcool méthylique

$$(1) \qquad 2CH^2O + H^2O = CH^2O^2 + CH^4O.$$

» L'acide carbonique provient d'une réaction plus profonde :

$$(2) \qquad 3CH^2O + H^2O = CO^2 + 2CH^4O.$$

» Cette équation montre que, par rapport à l'acide formique dosé, il doit y avoir un excès d'alcool méthylique; c'est ce qu'on a pu vérifier grossièrement par la transformation de l'alcool existant en iodure de méthyle.

» L'oxyde de carbone provient *secondairement* de l'action de la chaleur sur l'acide formique engendré d'après la première équation : en chauffant à 200°, dans un tube placé à côté des premiers, 3gr d'acide formique et 10gr d'eau, on a obtenu un dégage-

ment de gaz ainsi composé, en centièmes : CO, 41,7; O, 12,2; Az, 46,1; CO^2, zéro. Le calcul indique que l'oxygène doit se retrouver dans la proportion de 12,25 pour 100, c'est-à-dire que la disparition de ce gaz dans la chauffe avec le trioxyméthylène est exclusivement due à l'aldéhyde formique. L'absence de l'acide carbonique montre que l'acide formique n'est en rien la cause de la formation du gaz carbonique dans les expériences précédentes; ce dernier gaz est donc uniquement dû à un dédoublement *singulier* de l'aldéhyde formique.

» L'absorption de l'oxygène ne s'effectue pas du tout à la température ordinaire, ni à l'obscurité, ni au soleil.

» Il m'a semblé curieux de constater ces propriétés si singulières de l'aldéhyde formique, propriétés qui la mettent pour ainsi dire à part dans la série des aldéhydes. Autrefois, Tollens (1) avait bien signalé que la magnésie, de 130° à 220°, dédoublait ce corps en formiate et alcool méthylique. Fistchenko (2) avait remarqué que les hydracides donnaient lieu à la formation d'acide formique et d'un éther méthylique, mais l'action de l'eau *seule* n'avait pas été étudiée, ni surtout cette décomposition en acide carbonique et alcool méthylique.

» Ces faits me paraissent surtout dignes d'intérêt, si l'on veut bien se rappeler que l'aldéhyde formique est considérée comme le premier terme de l'assimilation du carbone chez les végétaux chlorophyllés. En supposant que les réactions ci-dessus, faites chimiquement à haute température, se passent physiologiquement à la température ordinaire dans le végétal, on peut en tirer de nombreuses conséquences.

» C'est, à ajouter aux transformations déjà admises pour l'aldéhyde méthylique, une nouvelle destinée de cette aldéhyde, permettant de concevoir pourquoi cet élément est si difficile à constater, étant apte à de multiples transformations.

» On peut, par le dédoublement en acide formique et alcool méthylique, expliquer la présence de ces deux corps dans les végétaux; on voit, de plus, comment l'acide formique peut exister libre, étant formé par l'action de l'eau sans qu'une base soit nécessaire.

» Par la décomposition en acide carbonique et alcool méthylique, on voit que la présence de ce dernier, presque universelle dans les feuilles vertes, d'après M. Maquenne, n'est pas forcément corrélative de celle de l'acide formique. Mais la conséquence la plus importante sans contredit, c'est l'*apport d'un excès d'hydrogène avec élimination des éléments de l'acide*

---

(1) *D. Ch. G.,* t. IC, p. 917.

(2) *Bull. Soc. ch.,* t. XLI, p. 258.

carbonique. En effet, du système $3(C + H^2O)$ on passe au suivant : $CO^2 \rightarrow + 2(\underline{C + H^2O} + H^2)$, c'est-à-dire que le végétal a retenu, par rapport aux éléments d'un hydrate de carbone, un excès d'hydrogène que l'analyse a révélé dans toutes les plantes. C'est peut-être dans cette équation qu'il faut chercher la solution du problème posé en ces termes par M. Schlœsing (¹) : « Ne semble-t-il pas que, pour expliquer l'excès d'hydro-
» gène dans la plante entière, la manière la plus simple est d'admettre
» que, au cours des réactions internes entre les corps assimilés, il se pro-
» duit quelque corps volatil plus riche en oxygène qu'en hydrogène, que la
» plante élimine. Il est raisonnable de penser que ce corps est simplement
» l'acide carbonique; on doit trouver que CO^2 total exhalé l'emporte en
» volume sur l'oxygène emprunté à l'air fixé ». Il suffit de supposer que ces réactions internes suivent l'assimilation de très près ou l'accompagnent. Dès lors, le phénomène assimilateur se passe partiellement suivant les équations successives

$$3(CO^2 + H^2O) + H^2O = 3CH^2O + H^2O + 3O^2 = CO^2 + 2CH^4O + 3O^2$$

ou, au total,

$$2CO^2(4\,\text{vol.}) + 4H^2O = 2CH^4O + 3O^2(6\,\text{vol.}).$$

» La différence avec l'hypothèse de M. Schlœsing, bien que le mécanisme soit celui qu'il avait prévu, c'est qu'en définitive le corps oxydé en question est un excès d'oxygène exhalé, par rapport à celui que contient l'acide carbonique assimilé; c'est ce que constatèrent MM. Bonnier et Mangin (²).

» Une autre conséquence encore, c'est que l'alcool méthylique peut n'être pas mis en liberté; naissant, il doit posséder une aptitude exceptionnelle à la méthylation et s'introduire du même coup dans des molécules plus ou moins complexes. La Chimie en a des exemples : Plöchl (³) a fait voir que l'aldéhyde formique réagit (à chaud) sur les sels ammoniacaux, en les changeant en méthylamines avec dégagement de CO^2; une telle réaction est possible dans les végétaux à méthylamines et, peut-être, en se faisant sur des corps azotés plus complexes que les sels de l'ammoniaque, donne-t-elle naissance à certaines bases qu'on y rencontre. »

(¹) *Comptes rendus*, t. C, p. 1237.
(²) *Ibid.*, t. C, p. 1303; 1519.
(³) *D. Ch. G.*, t. XXI, p. 2117.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réduction de l'aldéhyde crotonique.* Note de M. E. Charon, présentée par M. Friedel.

« J'ai réduit cette aldéhyde par le couple zinc-cuivre, en appliquant la méthode de MM. Gladstone et Tribe, ainsi que M. Griner (1) l'a déjà fait pour l'acroléine. La réduction de l'aldéhyde crotonique a été étudiée antérieurement par MM. Lieben et Zeisel (2). Ces auteurs l'ont opérée à l'aide du fer et de l'acide acétique, espérant ainsi ne pas saturer complètement la double liaison. Ils obtinrent, en effet, un mélange d'alcool butylique, d'aldéhyde butylique normale et d'alcool crotonylique. Le rendement en dérivé non saturé est mauvais, et, de plus, il est très difficile de le séparer de l'alcool butylique bouillant à 116°, l'alcool crotonylique bouillant, d'après ces auteurs, à 117°-120°. Je citerai aussi leurs expériences sur la réduction du chloral crotonique dans les mêmes conditions (3).

» La méthode au couple zinc-cuivre m'a donné des résultats tout à fait différents. Quelle que soit la portion de l'aldéhyde réduite, celle passant de 98° à 104° ou celle de 104° à 110°, les résultats sont identiques et confirment les faits démontrés par l'oxydation (4).

» Voici comment j'ai opéré : Une solution renfermant environ 10 pour 100 d'aldéhyde crotonique est versée sur du couple zinc-cuivre fraîchement préparé. Pour réduire 120^{gr} d'aldéhyde, on emploie le couple formé avec 120^{gr} de feuilles de zinc, et l'on ajoute au mélange en plusieurs fois ou d'un seul coup 200^{gr} d'acide acétique.

» Le dégagement d'hydrogène dans ces conditions est faible, beaucoup moins vif que si le couple fonctionnait en présence d'acide acétique seul. Du jour au lendemain tout le zinc est dissous. La solution a perdu toute odeur d'aldéhyde crotonique, la réduction est complètement terminée. Il ne s'est séparé que des traces de matières résineuses, 2 à 3 pour 100 au plus de la quantité d'aldéhyde réduite. On filtre à la trompe pour séparer du cuivre pulvérulent et l'on épuise à l'éther la liqueur filtrée parfaitement claire et incolore. Le premier épuisement enlève plus de la moitié du produit mis en réaction. Je me suis assuré que 4 épuisements effectués avec une quantité d'éther égale au quart du volume de solution à épuiser et une bonne agitation mécanique suffisent pour séparer complètement les produits de la réaction. Le résidu aqueux ne renferme plus que de l'éther, de l'eau et de l'acétate de zinc.

» L'éther est distillé de préférence dans un appareil muni d'un tube Le Bel à cinq

(1) Griner, *Thèse*, p. 65; 1891.
(2) Lieben et Zeisel, *Monatshefte*, t. I, p. 823.
(3) Lieben et Zeisel, *Monatshefte*, t. I, p. 840.
(4) Charon, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 533.

boules. Si l'on distille sans cette précaution un des produits de la réaction peut être entraîné par l'éther.

» On a d'ailleurs plusieurs litres d'éther à distiller pour 100^{gr} de matière réduite.

» Le résidu de la distillation de l'éther est ensuite distillé dans le vide. On sépare tout ce qui passe avant 110°-115°, sous 2^{cm} à 3^{cm}, en recueillant dans un ballon réfrigérant bien refroidi. On a ainsi deux portions : une partie A, passant avant 110°-115° dans le vide, et une portion B à point d'ébullition supérieur. Comme la liqueur à épuiser renfermait de l'acide acétique en excès, une partie de cet acide est passée dans le produit de l'épuisement. Primitivement, je l'enlevais en traitant ce produit par le carbonate de potasse sec; je n'ai pas tardé à constater qu'ainsi on polymérisait inévitablement une partie du produit constituant la fraction B. Lorsque l'on opère, comme je l'ai dit plus haut, B est à peine coloré en jaune et entièrement débarrassé d'acide acétique. Si l'on distille cette portion dans un bon vide, on obtient un liquide incolore passant à 121°-122°, sous 9^{mm}. Il reste dans le ballon un produit épais, visqueux, en quantité peu considérable. On obtient un rendement de 50 à 60 pour 100 en produit distillant dans le vide. La quantité de résine, dans une opération bien conduite, atteint à peine 5 pour 100.

» La partie A est débarrassée d'acide acétique et partiellement desséchée par le carbonate de potasse. On la distille ensuite dans un appareil muni d'un tube Le Bel à cinq boules. Il passe une petite quantité de liquide vers 75°, puis le point d'ébullition monte peu à peu jusqu'à 100°. A 100°, il y a un nouveau point d'arrêt et le thermomètre monte ensuite progressivement jusqu'à 122°. Si l'on sépare la partie passant vers 75°, qu'on la sèche et distille de nouveau, on reconnaît qu'elle est exclusivement composée d'aldéhyde butylique normale. La quantité d'aldéhyde formée atteint de 1 à 2 pour 100 au plus du poids de l'aldéhyde crotonique mise en œuvre. Aussi, si, dans la séparation de l'éther et du produit d'épuisement, on ne prend pas la précaution d'enlever l'éther avec un tube à boules, l'aldéhyde butylique est entraînée et sa présence passe inaperçue. La partie passant vers 100° et au-dessus est de nouveau traitée par le carbonate de potasse. Une série de traitements et de distillations donne un liquide passant de 110° à 122°, que le carbonate de potasse ne dessèche pas complètement, quel que soit le temps de contact. Le rendement est d'environ 25 pour 100. On n'obtient un produit donnant de bons chiffres à l'analyse qu'en le distillant sur la chaux vive ou sur la baryte, et c'est toujours aux dépens d'une grande partie du corps qui se combine à l'alcali en donnant une masse poisseuse incristallisable.

» Le corps ainsi obtenu bout à 122°-123° à la pression ordinaire; comme tous les alcools, il est difficile de l'obtenir anhydre. D'odeur légèrement piquante, il a une densité de 0,8726 à 0°. Il fixe la quantité théorique de brome, les dernières portions fort lentement. Les acides l'éthérifient en donnant des dérivés sur l'étude desquels je reviendrai prochainement.

» Un produit passant à 122°-123° m'a donné à l'analyse :

	Pour 100.	Théorie.
C......................	66,03	66,66
H......................	11,16	11,11

» La densité de vapeur prise par la méthode de M. V. Meyer conduit bien à la formule $CH^3 - CH = CH - CH^2OH$.

» Je ferai observer que ce corps bout à 122° et non à 117°-120° comme l'ont indiqué MM. Lieben et Zeisel qui n'ont eu, sans doute, entre les mains qu'un mélange d'alcools crotonylique et butylique.

» Le produit bouillant à 120°-122° sous 9mm de pression est un liquide incolore de densité = 0,9833 à 0°, d'odeur peu agréable, jaunissant rapidement à l'air en prenant une odeur piquante. Il fixe le brome et donne une diacétine. Soumis à l'analyse il m'a donné les résultats suivants :

	I.	II.	Théorie.
C.................	67,01	67,02	67,60
H.................	10,20	10,14	9,86

» Ce qui conduit à lui attribuer la formule

$$CH^3 - CH = CH - CHOH - CHOH - CH = CH - CH^3,$$

d'après laquelle c'est un glycol diéthylénique, pinacone de l'aldéhyde crotonique.

» La détermination cryoscopique de son poids moléculaire s'accorde également avec cette formule.

» Je discuterai ces résultats dans une prochaine Communication [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage rapide de l'acide carbonique dans l'air et les milieux confinés*. Note de M. **Henriet** [2], présentée par M. Schützenberger.

« Nous recherchons l'acide carbonique dans l'air et dans les milieux confinés, à l'aide d'un dispositif qui nous permet un dosage très rapide et très exact. La réaction sur laquelle nous nous appuyons est la suivante :

» En ajoutant de l'acide sulfurique à une solution de carbonate de potasse neutre, colorée en rouge par une goutte de phénolphtaléine, la coloration disparaît au moment où la moitié de l'acide carbonique du carbonate s'est fixée sur le carbonate non décomposé en le transformant en bicarbonate. Cette décoloration est d'une grande netteté, si l'on a soin, vers la fin de l'opération, de ne verser l'acide que goutte à goutte.

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel à la Sorbonne.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'observatoire de Montsouris.

» Si nous absorbons par de la potasse l'acide carbonique contenu dans un volume connu d'air, il suffira de titrer un égal volume de la liqueur de potasse employée, pour que la différence des lectures multipliée par deux corresponde exactement à l'acide carbonique retenu. On voit que le résultat est indépendant du carbonate qu'une liqueur de potasse renferme toujours, puisque dans le liquide repère et dans le liquide carbonaté, le carbonate préexistant est décomposé par le même volume acide et qu'on ne tient compte que de la différence des lectures.

» Trois essais sur des atmosphères artificielles de 6^{lit} environ ont donné les nombres suivants :

CO^2 introduit.	CO^2 trouvé.	Différence en fraction de volume.
cc 2,400	cc 2,430	$\frac{1}{80}$
4,431	4,407	$\frac{1}{185}$
5,596	5,594	$\frac{1}{2800}$

» Si l'on rapporte le volume gazeux à 100^{mc} d'air, on voit que l'erreur est de

Pour 40^{lit} CO^2	^{lit} 0,5
74 CO^2	0,4
92 CO^2	0,0

» Elle paraît indépendante du volume gazeux et correspond, dans la lecture de l'acide versé, à une demi-goutte du liquide titré.

» Le prélèvement se fait dans un ballon de verre résistant, d'une contenance de 6^{lit} environ, fermé par un bouchon de caoutchouc traversé par un tube à brome, plongeant de quelques centimètres seulement dans le col du ballon, et par un second tube coudé à angle droit et muni d'un robinet.

» Pour prélever l'échantillon d'air, on peut faire le vide dans le ballon au moyen d'une trompe. On peut encore remplir d'eau le ballon et le vider au moment de la prise, mais, dans ce cas, il conviendra, après avoir fait écouler l'eau, de laver le ballon à l'eau distillée et de le laisser égoutter aussi complètement que possible.

» Quel que soit le moyen adopté, le ballon étant bouché, on attendra que l'équilibre de température libre soit établi entre l'intérieur et l'extérieur : à ce moment seulement on fermera le robinet du tube coudé et l'on notera la température.

» Le ballon ramené au laboratoire, on introduit dans le tube à brome 2^{cc} d'éther et 15^{cc} d'une solution pure de potasse (8^{gr} par litre) colorée par une goutte de phénolphtaléine, l'éther surnageant protégeant la potasse contre l'acide carbonique de l'air extérieur. Tandis que le ballon refroidit sous un courant d'eau, on introduit la potasse jusqu'à la couche d'éther; on lave à plusieurs reprises le tube à brome avec de l'eau bouillie exempte d'acide carbonique, en introduisant chaque fois l'eau dans le ballon. Quand le liquide, coloré de plus en plus faiblement par la phénolphtaléine est devenu absolument incolore, on agite le liquide du ballon en lui imprimant un mouvement de

balancement, ce qui permet même de mouiller les parois du col. Nous laissons le contact durant une heure, en agitant à plusieurs reprises. L'absorption est complète.

» On ouvre ensuite le robinet du tube coudé; l'air légèrement comprimé s'échappe. C'est alors qu'on verse l'acide titré (dont 1^{cc} équivaut à $0^{cc},5$ d'acide carbonique) jusqu'à décoloration complète, sans craindre l'influence de l'acide carbonique de l'air extérieur, puisque le ballon est plein d'air décarbonaté. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Terminaison des nerfs sensitifs musculaires sur les faisceaux striés.* Note de M. **Charles Rouget**, présentée par M. Marey.

« Au cours de mes recherches sur les terminaisons des nerfs moteurs chez les Batraciens, communiquées à l'Académie en 1893, l'imprégnation de muscles vivants par le bleu de méthylène m'a permis de constater également l'existence de terminaisons des nerfs sensitifs musculaires, appliquées sur les faisceaux striés, mais extérieures au sarcolemme (*épilemmatiques*), tandis que les terminaisons motrices sont en contact immédiat (*hypolemmatiques*) avec la substance contractile. Ces deux ordres de terminaisons spéciales n'occupent pas les mêmes régions du faisceau strié, mais les plans différents où elles sont situées sont séparés par un si minime intervalle qu'on peut observer et photographier simultanément, comme le montrent les photographies ci-jointes, les terminaisons motrices et les terminaisons sensitives. Les différences qui les caractérisent sont nettement tranchées; les terminaisons sensitives ne montrent jamais l'accroissement subit de diamètre et l'enroulement ou les inflexions du filament axile caractéristiques des terminaisons motrices. Elles présentent, au contraire, le type du mode de terminaison connu des nerfs sensitifs de la cornée, de la peau, etc.

» De plus, tandis que les terminaisons motrices sont toujours dirigées parallèlement à l'axe des faisceaux striés, les terminaisons sensitives sont couchées obliquement ou transversalement à la surface des faisceaux; tandis que chaque faisceau strié est muni d'une ou plusieurs terminaisons motrices, les terminaisons sensitives sont beaucoup plus rares et disséminées, à intervalles assez éloignés. Bien qu'on puisse observer quelques-unes de ces dernières, à la surface externe du muscle pectoral cutané, la plus grande partie se trouve à la surface profonde, au voisinage du ramuscule nerveux du muscle, dans la région même où sont concentrées les terminaisons motrices.

» J'ai pu démontrer ces terminaisons motrices, dans les deux dernières

leçons de mon cours au Muséum, en 1892, à l'aide de projections de clichés photographiques de mes préparations, ne provenant pas seulement du muscle pectoral cutané ; j'ai observé, en effet, ces terminaisons sensitives également dans des muscles minces de l'abdomen et les muscles mylohyoïdien et hyo-glosses, etc. Ce sont donc bien des nerfs sensitifs en contact médiat avec les éléments contractiles, qui complètent, par l'intermédiaire du faisceau musculaire, le *cercle nerveux* admis hypothétiquement par *Charles Bell*, constitué de telle façon que, si un nerf transmet l'influence du cerveau (?) au muscle, un autre communique au cerveau l'état du muscle. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le rôle du circuit électroneuro-musculaire;* Note de M. E. **Solvay**, présentée par M. Marey.

« Bruxelles, le 7 juillet 1896.

» Dans une Communication adressée à l'Académie le 8 juin 1896, M. Charles Henry (¹) apporte un argument nouveau en faveur d'une hypothèse que j'ai formulée en 1893, relativement à l'existence d'un circuit électroneuro-musculaire, comparable à celui d'une pile dont l'énergie serait fournie par les oxydations interstitielles siégeant principalement dans les muscles.

» L'auteur considère « le cycle formé par le centre moteur supposé cor-» tical, la moelle, le nerf moteur, les muscles fléchisseurs de la main, le » nerf sensitif, la moelle et le cerveau » comme un circuit de pile auquel il applique les lois connues du transport de l'énergie dans les piles à réophores métalliques : *cela mène à envisager le nerf comme un conducteur par lequel passerait la totalité du courant provenant de la pile.*

» C'est là « un principe évidemment simplificateur », suivant l'expression de M. Charles Henry, qui se présente naturellement à l'esprit une fois que l'on a admis l'existence de la pile physiologique; et il ne semble pas illogique d'admettre que les conditions pourraient en être réalisées, mais par voie d'*odogenèse* (²), chez les organismes rudimentaires.

(¹) Ch. Henry, *Sur une relation de l'énergie musculaire avec la sensibilité et sur les lois des variations de cette énergie en fonction du temps.*

(²) J'ai désigné sous ce nom le phénomène de la création de voies de conduction au sein des tissus mêmes dans lesquels se produit l'oxydation (*Du rôle de l'électricité dans les phénomènes de la vie animale,* par E. Solvay, p. 33. Bruxelles, 1893).

» Mais, à mon avis, dans le cycle électroneuro-musculaire, la totalité de l'énergie produite ne traverserait pas la totalité du circuit; le tissu musculaire se serait évolutivement adapté à consommer directement lui-même la presque intégralité de l'énergie qu'il produit : « Les nerfs », ai-je dit dans l'énoncé de ma théorie (1893), « recueillent une partie » de l'électricité due à l'appareil électrogène » (muscle) « et la transpor- » tent en des points où elle réapparaît sous la même forme ou trans- » formée (1)... Les grandes voies du réseau nerveux ne serviraient plus, » en dernière analyse, qu'à transporter la quantité d'énergie nécessaire à » l'accomplissement des fonctions d'excitation et, dans les conditions que » nous venons de préciser, tout se passerait comme si la totalité de » l'énergie produite dans l'appareil électrogène circulait en réalité dans » le réseau nerveux tout entier (2). »

» En effet, si l'on examine quelle doit être la quantité d'énergie produite par le travail musculaire, on trouve qu'elle dépasse considérablement la capacité de la conduction électrique du circuit; elle la dépasserait encore alors même que, contrairement à tout ce que les expériences actuelles nous enseignent, la résistance des nerfs serait aussi faible que celle d'un fil de cuivre.

» D'ailleurs, si la totalité de l'énergie produite par les oxydations interstitielles passait sous forme d'électricité dans les nerfs, ceux-ci seraient le siège de courants décelables par l'exploration téléphonique, ou par d'autres moyens de démonstration sommaires; enfin le passage de tels courants amènerait une élévation de température dans les conducteurs nerveux.

» Les résultats des recherches faites depuis plusieurs années à l'Institut Solvay m'autorisent à dire qu'il n'en est pas ainsi : non seulement aucun courant n'est décelable par l'induction téléphonique, mais, de plus, il a été prouvé que, « chez le lapin comme chez la grenouille, la transmission » d'une excitation normale, centripète ou centrifuge, dans un nerf nor- » mal, *in situ*, ne s'accompagne d'aucune variation appréciable de tempé- » rature, dans les limites de 0°,0006 C. (3) ».

» Les relations que M. Ch. Henry met en lumière, entre l'énergie musculaire, la sensibilité et le temps, me paraissent ne pas dépendre de la proportion de l'énergie totale produite qui parcourt réellement le cycle élec-

---

(1) *Loc. cit.*, p. 18.

(2) *Ibid.*, p. 24.

(3) De Boeck, *Contribution à l'étude de la physiologie du nerf*, p. 34. Bruxelles, 1893, chez Lamertin.

troneuro-musculaire, et devoir subsister au cas où les choses se passeraient ainsi que je viens de l'indiquer. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Évaporation cutanée chez le lapin. Modifications sous l'influence de l'excitant électrique.* Note de M. **Lecercle.**

« En suivant la méthode indiquée dans ma précédente Communication, j'ai recherché l'influence des divers modes d'électrisation sur l'évaporation cutanée. Pour la galvanisation, j'ai utilisé le courant continu de l'usine centrale de Montpellier : lecourant est pris pendant la journée sur une batterie d'accumulateurs; il a donc toutes les propriétés du courant continu des piles.

» L'animal était immobilisé deux heures avant l'expérience.

» Les électrodes étaient des plaques métalliques rectangulaires, recouvertes de peau de daim. Deux, de 24^{cq}, étaient réunies ensemble et à un des pôles de la pile. On les disposait à la racine des cuisses. Une troisième électrode de 20^{cq}, rattachée au deuxième pôle, était sur la région lombaire. Une continuité aussi parfaite que possible entre la peau et les électrodes était assurée par des éponges bien imbibées d'eau. Nous nous proposions, en disposant ainsi nos électrodes, d'agir sur les sciatiques et sur les centres sudoraux de la moelle.

» L'animal attaché, nous attendions au moins deux heures avant de commencer nos expériences, afin que les températures rectale et cutanée fussent bien stationnaires.

» Nous déterminions d'abord la quantité de vapeur d'eau éliminée pendant dix minutes sans faire passer le courant; puis, nous cherchions la quantité de vapeur d'eau produite également pendant dix minutes, l'animal étant soumis successivement à des courants de 10M.A., 20M.A., 30M.A. En raison du temps nécessaire pour la dessiccation de la cloche et la pesée, il s'écoulait au moins une demi-heure d'une galvanisation à l'autre. Enfin, après les expériences sans courant, nous faisions une nouvelle détermination.

» La différence de potentiel entre les électrodes a varié de 4 ou 5 volts pour une intensité de 10 M. A. Elle croissait très sensiblement proportionnellement à l'intensité du courant.

» Nous rapportons ici deux séries d'expériences :

Lap : 3^{kgr},300.

Température			Intensité du courant.	Volume d'air.	Poids		Différence.
extérieure.	rectale.	cutanée.			de la vapeur d'eau contenue dans l'air.	total.	
14,3..........	36,4	33,4	sans courant.	$3^{lit},56$	24^{mgr}	32^{mgr}	8^{mgr}
»	36,4	33,7	10 M. A. ascendant.	4,4	31	45	14

Température extérieure.	Température rectale.	Température cutanée.	Intensité du courant.	Volume d'air.	Poids de la vapeur d'eau contenue dans l'air.	Poids total.	Différence.
				lit	mgr	mgr	mgr
14,3	36,3	34,2	20 M. A. ascendant.	3,21	22	43	21
»	35,7	33,8	30 M. A. ascendant.	3,69	26	40	14
½ heure après ...	36,4	33,4	sans courant.	3,58	25	55	30
15,3	36,6	33,6	sans courant.	3,66	30	40	10
»	36,4	34,4	10 M. A. descendant.	3,92	32	50	18
»	36,3	33,8	20 M. A. descendant.	3,56	29	48	19
»	36	33,7	30 M. A. descendant.	3,82	31	50	19
½ heure après ...	30,3	34,2	sans courant.	4,18	34	58	24
Femelle : 2kgr,840.							
14,6	39,2	37,1	sans courant.	3,5	25	34	6
»	39,4	35,8	10 M. A. ascendant.	3,89	27	45	13
»	39,4	35,9	20 M. A. ascendant.	3,6	26	48	22
»	39,3	35,8	30 M. A. ascendant.	4,45	31	65	34
¾ d'heure après ..	39,6	36,8	sans courant.	4	28	50	22
14,8	39	37,1	sans courant.	3,08	25	29	4
»	38,9	36,9	10 M. A. descendant.	3,75	30	45	15
»	37,7	36,4	20 M. A. descendant.	3,21	26	58	32
»	38,3	37,1	30 M. A. descendant.	3,73	30	52	22
½ heure après ...	38,2	37,6	sans courant.	4,28	33	68	35

Moyennes.

Lapin.	mgr	Femelle.	mgr
Sans courant	9	Sans courant	6,5
10 M. A.	16	10 M. A.	15,5
20 M. A.	20	20 M. A.	27
30 M. A.	20	30 M. A.	27
Après l'expérience	27	Après l'expérience	28

» La galvanisation augmente donc, d'une façon certaine, l'évaporation cutanée chez le lapin. La considération des moyennes montre que l'évaporation augmente en même temps que l'intensité, jusqu'à un maximum qui n'est pas dépassé. Après le passage du courant, l'excitation imprimée aux organes glandulaires se poursuit, et l'évaporation est même plus grande en moyenne que pendant le passage du courant. L'expérience clinique montre bien que l'action de l'électrode persiste après la séance de galvanisation. Il nous paraît intéressant de signaler un phénomène physiologique qui établit cette prolongation des modifications imprimées à l'activité cellulaire.

» La lecture des températures montre aussi que, en même temps que l'évaporation cutanée se poursuit, il y a relèvement des températures soit centrale, soit cutanée. »

GÉOLOGIE. — *Sur la succession des faunes du Lias supérieur et du Bajocien dans les environs de Luçon (Vendée).* Note de MM. **Chartron** et **Welsch**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Le Toarcien est représenté par des marnes bleuâtres alternant avec des bancs de calcaires marneux; l'épaisseur ne dépasse pas 10^m. Cet étage forme une ligne d'affleurement entre la *plaine* de Luçon et le massif ancien de Vendée.

» 1° Zone dite a *Leptœna*. — Près de Mervent, à la Jamonière, on trouve les couches de passage du Lias moyen au Lias supérieur, reposant directement sur les gros bancs de calcaire jaunâtre de la partie supérieure du Lias moyen. Ce sont des marnes argileuses et sableuses, épaisses de quelques centimètres, qui renferment des Brachiopodes spéciaux, du genre *Thecidella*, fixés sur *Ostrea ocreata* Desl., avec *Ostrea monoptera* Desl., accompagnés d'espèces voisines du genre *Suessia*, et de formes du Lias moyen, comme *Spiriferina rostrata* Zieten, *Rhynchonella tetraedra* Sow., *Terebratula cornuta* Sow., *Pecten textorius* Schl., *Hinnites Davœi* Dum., *Harpax pectinoides* Lk., *Belemnites Bruguieri* d'Orb. On trouve, avec ces fossiles, des Ammonites du Lias supérieur, voisines de *Dactyloceras annulatum* Sow.

La découverte des couches à *Thécidées* est intéressante, pour l'ouest de la France.

» 2° Zone a *Ammonites falcifer*. — A la Jamonière, on voit un niveau de *Harpoceras falciferum* Sow., à $0^m,40$ au-dessus des couches à *Ostrea* et *Thecidella*, avec des Ammonites du genre *Cœloceras*, comme A. *crassus*, Phillips.

» On retrouve cette zone sur la route nouvelle de Péault à Beaulieu et à Mareuil, dans la partie inférieure de la tranchée, où son épaisseur atteint 2^m. Elle existe aussi au Coteau, commune de Bessay; à l'Orbrie, près Fontenay-le-Comte, etc.

» 3° Zone a *Ammonites bifrons*. — La tranchée de la route de Péault à Beaulieu montre cette zone sur une épaisseur de 3^m environ, avec de nombreuses variétés de

Hildoceras bifrons Brug., *Hildoceras Levisoni* Simpson, *Dactyloceras commune* Sow., *D. Holandrei* d'Orb. et formes voisines. On trouve, en grande abondance, de petits exemplaires ferrugineux aplatis dans les marnes et des individus calcaires plus grands dans les bancs durs.

» A la partie supérieure de la zone, la même tranchée montre *Harpoceras subplanatum* Oppel (*A. complanatus* d'Orb.).

» La même zone existe à la Jamonière, où la partie supérieure montre le passage à la zone suivante, avec une forme spéciale très aplatie de l'*Ammonites bifrons* et des espèces du genre *Lillia*.

» Les assises précédentes ne montrent jamais d'oolithes ferrugineuses, comme dans le détroit du Poitou.

» 4° Zone a *A. variabilis*. — Les couches à *Haugia variabilis* d'Orb. et *Haugia jugosa* Sow. affleurent en divers points : à la Jamonière, au nord-ouest de Luçon, entre Champ-Saint-Père et la Thibaudière, plus bas que les couches à *Grammoceras toarcense* d'Orb.

» 5° Zone a *Am. toarcensis*. — On trouve en divers points les Ammonites ferrugineuses de cette zone, comme à la Frise, près Corps, au nord de Luçon, par exemple, *Lioceras cumulatum* Hyatt, *A. bicarinatus* Ziet. Dans les environs de Bessay, on a *Grammoceras fallaciosum* Bayle, var. *Bingmanni* Denck.

» Les individus calcaires se rencontrent en divers points, au nord de Luçon jusque vers Saint-Cyr en Talmondais et à Chantonnay; c'est *Grammoceras toarcense* d'Orb. type, *Gr. Lœmanni* Dum., *Gr. fallaciosum* var. *Cotteswoldiæ* S. Buck.; *Gr. quadratum* Haug, avec une forme très voisine de *Lillia robusta* Denck.

» A la partie supérieure de ce niveau paléontologique, à Saint-Cyr en Talmondais et au Bernard, on trouve *Polyplectus discoides* Zieten avec une *Dumortieria* voisine de *subundulata*, et *Amm. dispansus* Lycette. Ces fossiles sont phosphatés et annoncent la zone suivante.

» 6° Zone a *Dumortiera* et *Catulloceras*. — Ce niveau paléontologique se montre en divers points, et constitue au Bernard un beau gisement de fossiles blancs phosphatés, le plus souvent lisses à la surface. On y trouve *Dumortieria radians* Rein., avec la variété *rhodanica* Haug, *Dum. costula* Rein. et var. *Munieri* Haug, *Catulloceras Dumortieri* Thioll., d'autres *Catulloceras* et des *Hudlestonia* d'une détermination difficile parce qu'ils sont incomplets, avec un *Phylloceras* et d'autres Ammonites d'espèces nouvelles.

» 7° Zone a *Amm. aalense*. — Près de la Frise, on trouve des calcaires marneux bleuâtres renfermant de nombreuses Ammonites aplaties, comme *Grammoceras mactra* Dum., *Gr. aalense* Ziet. Quelquefois, on trouve à ce niveau des Ammonites ferrugineuses, telles que *Grammoceras subcomptum* Branco et *Dumortieria sabundulata* Br., var. *externe-compta*.

» 8° Zone a *Amm. opalinus*. — Au-dessus des marnes grises, il y a un banc de calcaire marneux jaunâtre, quelquefois légèrement bleuté, renfermant *Lioceras opalinum* Rein. type, comme à la Frise et sur la route de Péault à Lavaud, etc., et la var. *comptum* Rein. à l'Épine dans le bassin de Chantonnay.

» Bajocien. — Le passage est insensible du Toarcien au Bajocien, par un banc de calcaire marneux jaunâtre qu'il est difficile de subdiviser.

» 1° Zone a *Amm. Murchisonæ.* — Elle est très mal représentée par le banc calcaire dont je viens de parler, avec *Tmetoceras scissum* Ben. et des Mollusques perforants voisins des Lithodomes, analogues à ceux qui existent au même niveau à Nanteuil-en-Vallée (Charente). A la Frise, ces Lithodomes passent dans la zone suivante.

» Au même niveau, à Chantonnay, on trouve un *Hammatoceras* voisin de *H. Sieboldi* Oppel, avec région externe élargie.

» Nous n'avons pas trouvé, à ce niveau, les fossiles silicifiés du détroit Poitevin.

» 2° Zone a *Amm. concavus.* — Au-dessus du banc précédent, commence un débit marneux pétri d'oolithes ferrugineuses, qui passent dans le banc suivant. Ce dernier renferme quelques Ammonites du genre *Ludwigia*, comme *Lud. rudis* S. Buck. et surtout un grand nombre de *Lioceras concavum* Sow. et variétés diverses, avec des *Sonninia.* Ces dernières sont voisines des formes décrites sous les noms de *Amm. Mayeri, A. adicrus, A. acanthodes, A. magnispinatus,* etc., etc.

» Cette zone est assez épaisse et contient de nombreuses Bélemnites en mauvais état. A la partie supérieure, dans des couches encore oolithiques, on trouve *Sphæroceras Brocchi* Sow.

» 3° Zone a *Amm. Sauzei.* — Au-dessus du niveau précédent, à la Frise et à Chantonnay, on trouve une bande de calcaire jaunâtre friable, avec fossiles phosphatés à teinte grise, comme *Sphæroceras Sauzei* d'Orb., *Sonninia propinquam* Bayle, *Sonninia sulcata* S. Buck., etc. avec une forme voisine de *Pœcilomorphus cycloides* d'Orb. et d'autres espèces du genre *Sonninia.*

» 4° Zone a *Amm. Blagdeni.* — A la Frise, dans le délit supérieur au banc qui constitue la zone précédente, existent de petits individus de *Cœloceras Blagdeni* Sow. avec des formes voisines de *Amm. Humphriesi*, comme *Cœloceras subcoronatum* Oppel.

» 5° Zone a *Amm. Garanti.* — A la Frise, près Corps, on trouve les calcaires à *Oppelia subradiata* Sow., au-dessus du niveau précédent. Mais la zone est surtout développée dans le bassin de Chantonnay, où les fossiles sont remplis de matière grise phosphatée ; on y trouve *Cosmoceras Garanti* d'Orb., *Perisphinctes Martinsi* d'Orb., *Per. Davidsoni* S. Buck, *Strigoceras Truellei* d'Orb., *Amm. Parkinsoni*, var. *rarecostata* S. Buck., avec des *Sphæroceras* voisins de *Gervillei* Sow. et de *Brongniarti* Sow.

» En général, toutes les assises du Bajocien sont remarquablement minces, l'épaisseur totale ne dépasse pas quelques mètres.

» Le banc pourri de Sainte-Pezenne (Niort), qui appartient à l'étage Bathonien, n'est pas connu auprès de Luçon ; mais on trouve *Amm. zigzag* d'Orb., près des Magnils. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les cristaux de topaze du royaume de Pérak.* Note de MM. **A. Lacroix** et **Sol**, présentée par M. Fouqué.

« Bien que la *topaze* soit un des satellites les plus habituels de la cassitérite, elle n'a pas été encore signalée dans les grands gisements stannifères de la presqu'île de Malacca. Le but de cette Note est de donner une description succincte de remarquables cristaux de topaze, découverts par l'un de nous au cours d'une récente exploration en Extrême-Orient.

» Nos cristaux proviennent du district de Batang Padang dans le royaume de Pérak. Les alluvions stannifères y abondent au pied du massif montagneux (*micaschistes granulitisés*) que longe le Soungei Bileh, affluent du Tjenderiang. On y recueille des blocs de *granulite*, de *micaschiste*, de *quartz*, de la *cassitérite*, de la *muscovite*, de la *lépidolite* rose, un peu d'*or natif* et enfin la *topaze*.

» Les cristaux de topaze du Tjenderiang sont absolument incolores et parfaitement transparents : leurs dimensions varient de 1^{cm} à $3^{cm},5$; ils sont souvent roulés, leurs faces sont alors ternes; cependant le nombre des cristaux intacts est assez grand pour que l'on puisse supposer que leur lieu d'origine est peu éloigné de celui où ils sont recueillis.

» Les formes observées sur nos cristaux sont assez nombreuses; elles sont toutes représentées sur un cristal de 1^{cm} à faces brillantes, qui a fourni de très bonnes mesures : ces formes sont les suivantes :

$$p(001);\quad m(110),\quad g^3(120),\quad g^{\frac{7}{3}}(250),\quad g^1(010);\quad a^1(101),$$
$$e^1(011),\quad e^{\frac{1}{2}}(021);\quad b^{\frac{3}{2}}(113),\quad b^1(112),\quad b^{\frac{1}{2}}(111);\quad e_{\frac{1}{3}}(123);$$
$$\omega = \left(b^1 b^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}\right)(122);$$

les deux dernières pyramides sont moins fréquentes que les autres formes.

» Les cristaux sont très variés d'aspect : dans la zone verticale, $g^3(120)$ prend généralement un plus grand développement que $m(110)$; suivant les cristaux, ce sont les pyramides $b^{\frac{3}{2}}$, b^2, $b^{\frac{1}{2}}$, ou les clinodomes e^1, $e^{\frac{1}{2}}$, qui sont le plus développées dans le pointement, alors que, parfois, toutes ces faces ont sensiblement la même importance. Enfin, l'existence d'une large base ou son absence achèvent de donner aux cristaux leur caractéristique différentielle.

» Quelques-uns des cristaux, largement basés, offrent la plus grande analogie de forme avec ceux d'Alabaska, près Mursinsk, alors que ceux

dans lesquels il n'existe pas de base et dans lesquels toutes les faces du pointement sont très développées ressemblent davantage aux célèbres cristaux de l'Ilmen, dont ils possèdent la limpidité.

» L'écartement des axes optiques a été mesuré sur une lame de clivage $p(001)$

$$2E = 115^{\circ}30' \text{ (sodium)}.$$

Les inclusions à liquide facilement volatilisable par la chaleur sont fréquentes dans les cristaux un peu troubles. Enfin, dans un cristal très limpide, nous avons observé des inclusions aciculaires de cassitérite.

» En résumé, par la beauté et l'abondance de ses cristaux, les alluvions du Tjenderiang méritent d'être comptées parmi les plus remarquables gisements de topaze. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le dosage du gluten dans les farines.* Note de M. **Balland.**

« Ayant été chargé de l'analyse des produits fournis par divers systèmes de mouture, mis en essais par l'administration de la Guerre en 1894 et 1895, j'ai constaté que le poids du gluten dans les farines des divers passages n'était pas en rapport constant avec leur teneur en azote total. Ce fait, qui est général, ressort bien, en particulier, de l'examen des produits énumérés plus loin. Il s'agit de farines obtenues, d'une part, à l'aide de meules métalliques horizontales (système Arveng-Dausset) et, d'autre part, avec les meules ordinaires (mouture militaire réglementaire). Le même blé, employé dans les deux cas, renfermait 11,76 pour 100 de matières azotées. Le gluten a été retiré par le même opérateur, suivant le procédé habituel, en se plaçant aussi exactement que possible dans les mêmes conditions d'expérience :

I. — *Mouture sur blé tendre avec un seul broyeur de* $0^{m},65$ *de diamètre.*

		Rendement pour 100 de blé nettoyé.	Matières azotées pour 100 de farine.	Gluten humide pour 100 de farine.	Gluten humide calculé pour 10 de matières azotées.
1er passage.	farine fleur 1re	19,50	11,07	32,00	28,90
	» fleur 2e	17,30	11,87	33,70	28,38
Remoutures	farine des 1er et 2e gruaux.	27,00	11,87	33,70	28,38
	» des 3e et 4e gruaux.	11,20	11,96	15,40	12,87
		75,00			

II. — *Mouture militaire réglementaire sur le même blé.*

		Rendement pour 100 de blé nettoyé.	Matières azotées pour 100 de farine.	Gluten humide pour 100 de farine.	Gluten humide calculé pour 10 de matières azotées.
1er passage.	farine fleur..........	70	11,08	30,30	27,34
Remoutures	farine des 1ers gruaux.	6	11,96	22,50	18,81
Remoutures	» des 2e gruaux..	4	13,33	non extractible	»
		80			

» Au cours d'une mouture, à mesure qu'on s'éloigne de la farine fleur, on voit les matières azotées totales aller en augmentant, tandis que la proportion du gluten va en diminuant, par rapport au poids de ces matières. Les particules de son, retenues dans les basses farines, provoquent la fuite du gluten pendant le lavage. Elles entravent même absolument son extraction dans des produits panifiables qui en renferment beaucoup, comme on peut le constater en traitant ces produits par l'acide acétique dilué, en décantant le liquide et en saturant l'acide par le bicarbonate de soude, de façon à mettre en liberté le gluten en dissolution.

» Des farines ayant la même teneur en azote donnent donc, par les procédés ordinaires, des quantités de gluten différentes suivant leur taux de blutage ou leur mode de mouture, c'est-à-dire suivant les débris de son qu'elles retiennent ([1]). Le dosage du gluten, qui fournit de précieuses indications sur la qualité d'une farine, est, dès lors, insuffisant pour permettre d'apprécier comparativement les matières azotées contenues dans les farines et, par suite, leur valeur nutritive. »

M. le Dr **R. Vigouroux** adresse une Note sur le traitement des maladies par ralentissement de la nutrition (rhumatisme chronique, goutte, diabète, etc.) par les courants de haute fréquence.

A l'occasion d'une Communication récente de M. d'Arsonval, l'auteur fait remarquer que l'efficacité de l'électricité statique, dans le traitement de ces maladies, a souvent été constatée. Il reproduit, entre autres cita-

([1]) Le son agit, à la fois, mécaniquement et physiologiquement par les ferments qu'il renferme. Ces ferments, comme je l'ai montré autrefois, possèdent la propriété de fluidifier le gluten.

tions, l'observation d'un cas de diabète, traité par lui, et publié en 1893 dans un Ouvrage portant pour titre : *Neurasténie et Arthritisme*. Ce cas paraît présenter la plus grande analogie avec celui qui est rapporté par M. d'Arsonval, et n'en différer que par des chiffres plus exceptionnellement élevés.

« Il s'agit d'un homme de 30 ans, atteint de paraplégie et de diabète, que j'ai traité à la Salpêtrière en 1888. Le volume de l'urine dépassait 16^{lit} et la quantité de sucre 1260^{gr} par vingt-quatre heures. Après trois mois de traitement par l'électrisation statique, *sans autre médication,* et à raison de trois séances par semaine, la paraplégie avait disparu, l'état général et l'aspect étaient grandement améliorée, et les chiffres de l'urine et du sucre réduits à 4^{lit} et 300^{gr} respectivement, c'est-à-dire au quart de la valeur primitive.

» Le nombre de séances se trouve avoir été le même que dans le cas de M. d'Arsonval, où elles étaient quotidiennes. L'histoire de ce malade est consignée, au point de vue de la paraplégie, dans les leçons du professeur Charcot. »

L'auteur fait, en outre, des réserves sur la substitution des courants de Tesla, dans le traitement des maladies par ralentissement de la circulation, à l'électricité statique; l'application de ces courants, dont les propriétés physiologiques sont encore peu connues, ne paraît pas exempte de danger, particulièrement lorsque ces maladies sont accompagnées de lésions du cœur et des gros vaisseaux, comme il arrive fréquemment.

M. **Bouffé** adresse une Note sur les résultats fournis par *l'orchitine*, en injections graduées, dans le traitement de la lèpre.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juillet 1896.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, fondé et publié jusqu'en 1874 par M. J. Liouville, publié de 1875 à 1884 par M. H. Resal. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré et H. Resal. Tome deuxième. Année 1896. Fasc. n° 2. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Les alcaloïdes des quinquinas, par M. E. Léger, Pharmacien en chef de l'hôpital Beaujon, etc., avec une Préface de M. E. Jungfleisch, Professeur de Chimie à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, etc. Paris, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Henri Moissan.)

Mémoires de la Société zoologique de France, pour l'année 1895. Tome VIII. Paris, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers. Quatrième série. Tome IX (année 1895). Angers, Lachèse et Cie; 1896; 1 vol. in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par le Secrétaire perpétuel. Année 1896. N° 5. Paris, Chamerot et Renouard, 1896; 1 fasc. in-8°.

Statistique sanitaire des villes de France et d'Algérie pendant l'année 1893. (8e année). Melun, 1896; 1 vol. gr. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire. VIIIe série. 30 juin 1896. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique. 4e série. Tome VI. 11 juillet. Paris, Chamerot et Renouard, 1896; 1 fasc. in-4°.

Annales télégraphiques. Juillet-août 1895. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. 5 juillet 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXXII, séance du 26 mai 1896.)

Note de M. *A. Korkine,* Sur les équations différentielles ordinaires du premier ordre :

Page 1184, ligne 12, *au lieu de* $(w_k - v_n)^{m_n} = 0$, *lisez* $(w_k - v_n)^{m_n} = C_k$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUILLET 1896.

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Lois de deuxième approximation du régime uniforme, dans les tuyaux circulaires et dans les canaux demi-circulaires;* par M. J. **Boussinesq**.

« I. Calculons [1], par (50), les valeurs $\Phi(0,125)$, $\Phi(0,250)$, ..., $\Phi(0,875)$, $\Phi(0,9375)$, dont l'avant-dernière seule, comme la valeur correspondante observée (46), sera négative; et prenons-les en grandeur absolue, pour en former les excédents sur les valeurs absolues observées 0,34, 0,77, ..., 0,58, 0,34. Dans les expressions de ces excédents, les coefficients respectifs de l seront

0,00814 0,02219 0,03104 0,02940 0,01786 0,00287 0,00327 0,00242,

---

(1) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 77.

et, ceux de m,

0,000127 0,001387 0,004365 0,007350 0,006977 0,001614 0,002506 0,002129.

» Or, il n'y a aucune raison pour que nous rendions les écarts ainsi formés plutôt positifs que négatifs. Nous déterminerons donc notre principale inconnue, m, en annulant leur somme algébrique

$$0,11719l + 0,026455m - 6,49.$$

Il vient ainsi

$$(52) \qquad m = 245,28 - 4,43l;$$

et les écarts considérés sont alors

$$(53) \left\{ \begin{array}{llll} -0,31 + 0,00757\,l, & -0,43 + 0,01605\,l, & -0,11 + 0,01170\,l, & 0,30 - 0,00316\,l, \\ 0,24 - 0,01305\,l, & 0,09 - 0,00428\,l, & 0,04 - 0,00783\,l, & 0,18 - 0,00701\,l. \end{array} \right.$$

» II. Une valeur approchée de l s'obtiendra en annulant de même la somme algébrique des trois premiers, relatifs aux petites distances ε, c'est-à-dire à celles où doit dominer, dans $\Phi(\varepsilon)$, l'influence du terme en ε^2 et, par suite, des termes en l. D'ailleurs, en se bornant ainsi aux trois premiers écarts (53), on prend justement tous ceux où le coefficient de l est affecté du signe $+$; et l'on forme la même équation en l que si l'on annulait la somme de tous les autres (où les coefficients de l sont négatifs), puisque les expressions (53) ont leur somme générale égale à zéro quel que soit l. On trouve $l = 24,1$; et les écarts (53) deviennent

$$-0,12 \quad -0,04 \quad 0,17 \quad 0,22 \quad -0,08 \quad -0,01 \quad -0,15 \quad 0,02.$$

» Le plus fort est le quatrième, 0,22, qui varie, d'après (53), en sens inverse de l. Pour le rendre moins sensible, il faut faire croître l, jusqu'à ce que cet écart décroissant soit atteint en valeur absolue par un autre qu'on reconnaît facilement être le troisième, 0,17, croissant avec l d'après (53). La valeur la plus avantageuse de l résultera donc de l'égalité des troisième et quatrième expressions (53) : ce sera $l = 27,6$. Alors les écarts (53), ainsi réduits le plus possible, seront

$$(54) \qquad -0,10 \quad 0,01 \quad 0,21 \quad 0,21 \quad -0,12 \quad -0,02 \quad -0,18 \quad -0,01.$$

» Les plus grands d'entre eux, 0,21, correspondent à un écart, sur les différences correspondantes $u_m - u$ de vitesse, égal seulement à

$$(0,21)(0,0182)\,\mathrm{U} = 0,0038\,\mathrm{U},$$

ou moindre que 4 millièmes de la vitesse moyenne et très inférieur aux

erreurs d'observation, vu surtout que celles-ci peuvent, sur la différence $u_m - u$ obtenue au moyen des deux mesures distinctes de u_m et de u, atteindre le double de leur grandeur possible dans u_m ou dans u.

» Les valeurs ainsi calculées de l et, par suite, d'après (52), de m, savoir

$$(55) \qquad l = 27,6, \qquad m = 123,01,$$

font donc reproduire par l'expression (50) de $\Phi(r)$ tous les résultats observés. On peut même y comprendre la valeur $\Phi(1) = 2,65$, comparée au nombre 2,41, que M. Bazin a obtenu par extrapolation, en prolongeant au sentiment, jusqu'à l'abscisse $\text{r} = 1$, la courbe graphique qui reliait le mieux ces résultats (46).

» III. Alors l'expression (50), développée en polynome et portée dans le troisième membre de (45), donne

$$(56) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\sqrt{2}}{3}k\text{r}^3 + \frac{k}{\sqrt{2}}\Psi(\text{r}) \\ &\quad = 19,81\text{r}^2 - 25,92\text{r}^3 + 115,88\text{r}^4 - 209,13\text{r}^5 + 123,01\text{r}^6. \end{aligned} \right.$$

» Prenons la valeur moyenne des deux membres, en intégrant de zéro à 1 leur produit par $2\text{r}\,d\text{r}$; et souvenons-nous que nous choisissons k de manière à rendre la petite fonction $\Psi(\text{r})$ nulle en moyenne. Il viendra

$$(57) \quad \frac{2\sqrt{2}}{15}k = 9,165; \qquad \text{d'où} \qquad k = 48,60, \qquad \frac{k}{2} = 24,30.$$

» Et la formule (45) sera

$$(58) \qquad \frac{u_m - \text{U}}{\text{U}\sqrt{2b}} = 22,91\text{r}^3 + 34,37\,\Psi(\text{r}),$$

avec

$$(59) \quad \Psi(\text{r}) = 0,576\text{r}^2 - 1,421\text{r}^3 + 3,372\text{r}^4 - 6,085\text{r}^5 + 3,579\text{r}^6.$$

» Enfin, cette dernière, ou mieux (56), donnant $\Psi(1) = 0,0215$, les première et troisième formules (42) deviendront

$$(60) \quad \frac{1}{\sqrt{b}} = \frac{1}{\sqrt{\text{B}}} + k\left(\frac{2}{5} + 0,0215\right), \qquad \frac{u_m}{\text{U}} = 1 + \frac{4k}{15}\sqrt{b} = 12,96\sqrt{b}.$$

» IV. La dernière de celles-ci (60) garde sa forme de première approximation; mais, comme k y a grandi de $48,60 - 44,55 = 4,05$, le coefficient de $\sqrt{b}$, dans le rapport de $u_m - \text{U}$ à U, devient 12,96, au lieu de 11,88. En mettant d'ailleurs pour $\sqrt{b}$ sa valeur 0,0129 relative au tuyau d'expé-

riences, il vient, pour ce rapport, 0,1672, résultat pratiquement identique à celui de l'observation 0,1675. De plus, la substitution de U à u et de $12,96\sqrt{b}U$ à $u_m - U$, dans (45), donne l'équation $9,164 = 21\iota^3 + \Phi(\iota)$, dont on trouve, après quelques tâtonnements, que la racine est $\iota = 0,7510$. En d'autres termes, cette formule indique bien, comme nous l'avions annoncé plus haut et conformément à l'expérience, que la vitesse moyenne se réalise aux trois quarts des rayons R.

» Quant à la première formule (60), comparée à la première (37), elle donne pour l'écart des deux inverses respectifs de $\sqrt{b}$, dans les sections circulaire ou demi-circulaire et rectangulaire large, non plus $\frac{1}{15}k$, mais $(\frac{1}{15} + 0,0215)k = 0,0882k$, où k est maintenant plus grand de 4,05. Aussi cet écart devient-il 4,29 environ, au lieu de 2,97; et il est assez voisin de 5, ou d'accord avec ce que suggère l'observation, comme on l'a vu ([1]).

» Enfin, le coefficient, $\frac{1}{2}k$, de la seconde formule (37) représentant la distribution des vitesses dans la section rectangulaire large, a maintenant la valeur 24,30, sensiblement égale à celle, 24, que diverses inductions basées sur l'expérience avaient indiquée comme probable à M. Bazin.

» V. Quand on prend, avec Tadini, $b = 0,0004$ dans la section rectangulaire large, la première équation (37), où $\frac{1}{3}k = 16,2$, donne, pour l'inverse de $\sqrt{B}$, $50 - 16,2 = 33,8$; et il vient $B = 0,0008753$. Alors le coefficient $\frac{\sqrt{B}}{k}$, dans les expressions (15) à (17) de ε, est 0,0006088. Quant à b dans la section circulaire, il a pour valeur 0,0003393, ou 0,00034 en nombre rond. Enfin, d'après la relation $Bu_0^2 = bU^2$ et les dernières formules (37), (60), les quotients de la vitesse moyenne U et de la vitesse à la paroi u_0 par la vitesse maxima u_m sont alors, respectivement, 0,86 et 0,58 pour la section rectangulaire large, 0,81 et 0,50 pour la section circulaire ou demi-circulaire.

» VI. L'expression empirique (59) de $\Psi(\iota)$, destinée à relier le mieux possible de faibles résultats d'observation atteignant presque en petitesse la limite des erreurs admissibles, ne peut guère être différentiée, vu le peu de précision avec lequel s'y trouve déterminée en chaque point la direction de la courbe qui la représente; et il est, surtout, presque illusoire d'extra-

---

([1]) Il serait encore plus grand si, posant, dans (45), $k\Psi(\iota) = \sqrt{2}\Phi(\iota)$, on gardait le coefficient k de première approximation, c'est-à-dire $k = 44,55$; il aurait justement alors sa valeur expérimentale, 5,64, obtenue plus haut, mais non pas précisément pour le cas limite où la section rectangulaire devient infiniment large.

poler sa dérivée jusqu'à la limite $\iota = 1$, où $\Psi(\iota)$ varie le plus vite. Faisons-le cependant, pour obtenir tout au moins quelques indications sur la fonction $\psi(\iota)$ que définit (47) et, par suite, sur le coefficient ε de frottement intérieur, dont la valeur égale, d'après (16), le quotient, par $\iota + \psi(\iota)$, de celle qui est relative à un canal rectangulaire large pour même vitesse à la paroi et même rayon moyen. Il viendra

$$(61) \quad \psi(\iota) = 0,576 - 2,131\iota + 6,744\iota^2 - 15,213\iota^3 + 10,738\iota^4.$$

» A la limite $\iota = 1$, le calcul donne $\psi(\iota) = 0,71$, valeur bien grande pour être facilement acceptable, puisqu'elle excède les $\frac{2}{3}$ de celle, 1, que fournit, dans le dénominateur de ε, le terme principal ι. Quoi qu'il en soit, l'expression de ε sera, en appelant ε_0 sa valeur dans un canal rectangulaire large pour même rayon moyen et même vitesse à la paroi,

$$(62) \quad \varepsilon = \frac{\varepsilon_0}{\iota + \psi(\iota)} = \frac{\varepsilon_0}{0,576 - 1,131\iota + 6,744\iota^2 - 15,213\iota^3 + 10,738\iota^4}.$$

» VII. Pour les valeurs de r inscrites au Tableau (46), mais disposées dans l'ordre inverse et avec adjonction de $\iota = 1$, $\iota = 0,8$, $\iota = 0,1$, $\iota = 0$, savoir,

pour $\iota = 1$ 0,9375 0,875 0,8 0,750 0,625 0,500 0,375 0,250 0,125 0,1 0,

le dénominateur de (62) devient respectivement

$\iota + \psi(\iota) = 1,71$ 1,20 0,85 0,60 0,50 0,43 0,47 0,51 0,52 0,51 0,52 0,58.

» On voit que ses variations sont assez complexes : supérieur à ι, des $\frac{7}{10}$ environ, pour $\iota = 1$, c'est-à-dire sur la paroi, il décroît, d'abord même très rapidement, dès qu'on se dirige vers l'axe, égale l'unité dans le voisinage de $\iota = 0,9$ et devient inférieur à ι vers $\iota = 0,88$, puis minimum vers $\iota = 0,6$, pour surpasser de nouveau ι vers $\iota = 0,48$, ou un peu après le milieu $\iota = 0,5$ des rayons, et ne plus beaucoup varier ensuite, tout en augmentant cependant, surtout à l'approche de l'axe $\iota = 0$, et abstraction faite d'un maximum et d'un minimum à peine saisissables vers $\iota = 0,250$ et $\iota = 0,125$ (1). On pourrait presque le regarder comme constant et égal

(1) Il n'a pas d'ailleurs d'autres maxima et minima que les trois signalés ici : car sa dérivée, du troisième degré en ι et par suite incapable de s'annuler plus de trois fois, prend les valeurs respectives, à signes alternés, —0,196, 0,010, —0,428, 1,433, pour $\iota = 0,10$, $\iota = 0,15$, $\iota = 0,50$, $\iota = 0,75$; donc ces valeurs de ι séparent bien les trois racines pour lesquelles se produisent les maxima et minima de la fonction $\iota + \psi(\iota)$ trouvée.

à $\frac{1}{2}$ depuis $\iota = 0,75$, ou même un peu avant, jusqu'à $\iota = 0$, c'est-à-dire dans toute une région centrale d'une aire équivalente aux $\frac{3}{5}$ environ de la section totale, tandis qu'il éprouverait un accroissement rapide, dans le rapport de 0,5 à 1,7, ou de 5 à 17, sur tout le pourtour de cette région centrale, savoir dans l'espace occupé par le dernier quart des rayons à partir de l'axe ou par leur premier quart à partir de la paroi.

» Donc le coefficient ε de frottement intérieur, inverse de $\iota + \psi(\iota)$, ne serait guère, à la paroi, que les $\frac{10}{17}$ de sa valeur ε_0 relative à une section rectangulaire large; mais il grandirait très vite à partir de la paroi, au point d'atteindre ε_0 vers le premier dixième de la longueur des rayons, et d'excéder $2\varepsilon_0$ sur un certain parcours, depuis leur premier quart jusque après leur milieu (vers $\iota = 0,4$), en se maintenant supérieur à sa valeur approximative, exprimée par la seconde formule (15), depuis $\iota = 0,88$ environ jusqu'à $\iota = 0,48$ environ. Au delà, c'est-à-dire sur presque tout le quart central de l'aire totale des sections, non seulement il serait au-dessous de ce que donne la seconde formule (15), mais même il décroîtrait légèrement jusque vers le centre, autour duquel il se maintiendrait, sur le dernier tiers des rayons, assez voisin de $1,9\,\varepsilon_0$.

» VIII. Le rapide accroissement du coefficient ε de frottement intérieur à partir de la paroi, sur le premier quart ou même environ le premier tiers des rayons, c'est-à-dire à la traversée des couches fluides qui glissent le plus vite les unes contre les autres, se conçoit en admettant que les grands glissements relatifs, sur chacune d'elles, de la couche suivante animée d'une vitesse supérieure, donnent naissance, dans celle-ci, à une nouvelle agitation, distincte ou en sus de celle qui, produite soit à la paroi, soit dans les couches précédentes plus excentriques, lui est transmise en se concentrant vers l'axe. Et la majeure partie de l'agitation naîtrait justement contre la paroi, parce que les glissements analogues y sont énormes. Au contraire, la quasi-constance, malgré la concentration qui persiste, du coefficient ε sur les deux autres tiers des rayons, c'est-à-dire presque dans la moitié centrale de l'aire des sections, s'expliquerait par le fait que l'agitation, y étant transmise à la masse fluide animée des plus fortes vitesses par rapport à la paroi, s'y dissémine sur une grande longueur. Peut-être aussi son extinction y est-elle plus rapide, faute de glissements mutuels d'ensemble des couches traversées, pour l'entretenir.

» En reportant fictivement à la paroi, comme le fait la seconde formule approchée (15), l'excédent d'agitation produit en réalité dans la masse fluide périphérique, mais, par contre, en imaginant continuée jusque sur

l'axe la concentration d'agitation qui paraît terminée à l'approche de la région centrale, on tient approximativement compte du considérable accroissement de l'agitation et de ε dans la première région, sans avoir besoin de l'y faire ni aussi fort qu'il l'est, ni aussi exclusif (de la région centrale) quant à son siège. Bref, on *sépare* dans l'espace et, par suite, *dans les calculs ainsi simplifiés,* les deux phénomènes, en réalité mêlés, de la naissance et de la concentration de l'agitation, localisant le premier à la paroi pour le rendre aussi discontinu que possible, *afin qu'il laisse subsister plus complète la continuité partout ailleurs,* et étendant au contraire le second à la section entière, *pour lui donner partout une expression uniforme :* double hypothèse simplificatrice qui conduit à des lois du phénomène intelligibles et, quoique idéales, très voisines des lois observées. On a vu, en effet, que le plus grand écart sur les vitesses des filets fluides, entre les résultats théoriques de première approximation et les résultats *constatés,* n'atteint pas 3 centièmes de la vitesse moyenne.

» IX. Les deux principales causes perturbatrices aux règles simples de variation de ε qu'expriment les formules (15), savoir, la naissance de l'agitation ailleurs qu'aux parois, et la cessation de sa concentration dans les couches les plus rapides, paraissent, comme on l'a vu, tenir l'une et l'autre, en définitive, à l'inégalité de vitesse des filets, mesurée approximativement par l'excès, sur l'unité, du rapport de la vitesse maxima u_m à la vitesse à la paroi u_0. Or, cet excès est bien moindre dans une section rectangulaire large que dans une section circulaire ou demi-circulaire; car si, pour fixer les idées, nous supposons la paroi d'un degré moyen de rugosité donnant $b = 0{,}0004$ dans la section rectangulaire, nous aurons les deux valeurs respectives 0,58, 0,50, obtenues plus haut, pour le rapport de u_0 à u_m dans les deux formes de section : ce qui donne, pour le rapport inverse considéré ici, 1,72 et 2, c'est-à-dire deux valeurs dont la seconde excède l'unité presque une fois et demie autant que la première. Les perturbations doivent donc être bien moins sensibles dans la section rectangulaire large; et l'on s'explique que la deuxième approximation n'y ait pas été nécessaire, comme elle l'était dans le cas de la section circulaire ou demi-circulaire, pour faire à peu près disparaître les petits désaccords sur la différence des deux valeurs correspondantes de $\frac{1}{\sqrt{b}}$, et sur le coefficient $\frac{1}{2}k$ dans le rectangle, que la première laissait subsister entre la théorie et l'expérience. »

CHIMIE. — *Étude du carbure de lanthane*. Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons publié précédemment l'étude des carbures de cérium (1), d'yttrium et de thorium (2). Nous donnerons aujourd'hui le résumé de nos recherches sur le carbure de lanthane C^2La.

» *Préparation*. — L'oxyde de lanthane est facilement réduit par le charbon à la température du four électrique. Cependant, cette réduction exige une température plus élevée que celle de l'oxyde de cérium.

» L'oxyde de lanthane est mélangé avec du charbon de sucre finement pulvérisé dans les proportions suivantes :

Oxyde de lanthane	100
Charbon de sucre	80

» Ce mélange est tassé dans un tube de charbon, fermé à l'une de ses extrémités et chauffé dans mon four électrique pendant douze minutes au moyen de l'arc fourni par un courant de 350 ampères et 50 volts.

» *Propriétés*. — On obtient ainsi un lingot homogène, bien fondu, à cassure cristalline, de couleur moins foncée que le carbure de cérium. Les fragments, examinés au microscope, sont transparents et colorés en jaune; ils possèdent un aspect cristallin très net.

» La densité du carbure de lanthane cristallisé a été trouvée de 5,02 à + 20°. Elle est donc un peu plus élevée que celle indiquée par M. Petterson (4,71).

» Le fluor n'attaque pas le carbure de lanthane, même pulvérisé, à la température ordinaire. Si l'on chauffe légèrement, il se produit une incandescence très vive avec formation de fluorure.

» Le chlore attaque ce composé à 250°, avec incandescence et production de chlorure de lanthane. Le brome fournit les mêmes résultats à 255°. L'iode réagit de même et avec incandescence.

» Le carbure de lanthane brûle dans l'oxygène plus difficilement que le carbure de cérium. Cependant, au rouge, la combustion devient com-

---

(1) Moissan, *Préparation et propriétés du carbure de cérium* (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 357).

(2) Moissan et Étard, *Sur les carbures d'yttrium et de thorium* (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 573).

plète, et cette réaction permet la séparation du lanthane, sous forme d'oxyde, et du carbone total, sous forme d'acide carbonique.

» Le soufre réagit avec difficulté sur le carbure de lanthane. On peut chauffer ce carbure dans la vapeur de soufre, à la température de ramollissement du verre, sans qu'il y ait formation de sulfure. Le produit, repris par l'eau, donne naissance à un carbure d'hydrogène et, attaqué par l'acide chlorhydrique, il ne produit que très peu d'hydrogène sulfuré.

» La vapeur de sélénium produit une action plus énergique ; il se forme un séléniure décomposable par l'acide chlorhydrique étendu avec dégagement d'hydrogène sélénié.

» L'azote et le phosphore ne paraissent pas réagir à la température de 700° à 800°. Cependant le carbure de lanthane, qui a été chauffé dans l'azote, abandonne un peu d'ammoniaque par la potasse en fusion.

» Le carbone est soluble dans le carbure de lanthane fondu et, par refroidissement, il se dépose sous forme de graphite très bien cristallisé.

» Les acides étendus attaquent très facilement le carbure de lanthane, tandis que l'acide nitrique fumant, exactement monohydraté, n'a pas d'action sur lui. Au contraire, l'acide sulfurique concentré le décompose à chaud avec production d'acide sulfureux.

» Le carbure de lanthane, chauffé dans un courant de gaz ammoniac, se décompose au rouge avec une légère incandescence en produisant un azoture qui, traité par la potasse en fusion, dégage de l'alcali volatil. Il existe donc un azoture de lanthane dont nous poursuivons l'étude.

» Le gaz acide chlorhydrique attaque le carbure de lanthane bien au-dessous du rouge sombre, en fournissant du chlorure de lanthane et de l'hydrogène carboné.

» Ce carbure, chauffé au-dessous du rouge dans un courant de protoxyde ou de bioxyde d'azote, brûle avec une vive incandescence.

» Les oxydants tels que le permanganate en poudre, le chlorate ou l'azotate de potassium en fusion, l'attaquent en produisant un grand dégagement de chaleur.

» De même, la potasse fondue le détruit avec production d'hydrogène.

» L'eau décompose rapidement le carbure de lanthane à la température ordinaire. Il se forme de l'oxyde hydraté et un dégagement gazeux de carbures d'hydrogène. Le gaz ainsi produit renferme de l'acétylène, de l'éthylène et du formène.

» Nous avons fait l'analyse de ce mélange gazeux par les méthodes indiquées dans nos recherches précédentes.

» L'acétylène a été absorbé par le sous-chlorure de cuivre ammoniacal, l'éthylène par le brome, et la composition du formène ou méthane restant a été établie par l'analyse eudiométrique. Pour s'assurer que ce dernier gaz était bien du méthane, on l'a traité par de l'alcool absolu, bien privé d'air, ainsi que l'a conseillé M. Berthelot (1). Après séparation du liquide, les vapeurs d'alcool ont été absorbées par l'acide sulfurique et une nouvelle analyse eudiométrique du résidu a donné les mêmes chiffres que précédemment. On ne se trouvait donc pas en présence d'un mélange d'éthane et d'hydrogène ; le dernier gaz isolé était bien du méthane.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.
Acétylène...........	71,75	70,18	71,17	70,01
Éthylène............	1,03	1,15	0,95	2,01
Méthane.............	27,22	28,67	27,88	27,98

» Ces produits gazeux renferment la presque totalité du carbone combinée au lanthane. Une expérience a été faite sur un poids déterminé de carbure renfermant 5 pour 100 de graphite. Le gaz obtenu a donné les chiffres de l'analyse n° 4. Ils correspondent à un poids de carbone représentant 11,66 pour 100 tandis que, théoriquement, nous devrions obtenir 13,7 pour 100. Cette légère différence de carbone se retrouve sous forme d'une petite quantité de carbures liquides et solides qui ont pu être séparés par l'éther, de l'eau employée à la décomposition du carbure métallique.

» *Analyse.* — Le carbone total a été dosé, par combustion directe, dans l'oxygène. D'autre part, un poids déterminé de carbure a été attaqué par l'acide nitrique étendu ; le graphite séparé a été pesé sur filtre taré et la solution nitrique calcinée a fourni les chiffres du lanthane.

	1.	2.	Théorie pour C^2La.
Lanthane...............	85,42	85,80	85,23
Carbone................	14,59	14,07	14,77

» *Conclusions.* — L'oxyde de lanthane, mélangé de charbon et chauffé dans le four électrique, produit avec facilité un carbure transparent et cristallisé de formule C^2La. Ce carbure est décomposable par l'eau à la température ordinaire en fournissant un mélange d'éthylène et de méthane accompagné de traces d'éthylène. La proportion de méthane est un peu plus forte que celle fournie par le carbure de cérium. Au moment de sa

(1) Berthelot, *Méthode universelle pour réduire et saturer d'hydrogène les composés organiques* (*Ann. de Ch. et de Ph.*, 4e série, t. XX, p. 392 ; 1870).

destruction par l'eau, ce composé fournit une très petite quantité de carbures liquides et solides. »

CHIMIE ET MÉCANIQUE BIOLOGIQUES. — *Rapports de la dépense énergétique du muscle avec le degré de raccourcissement qu'il affecte en travaillant, d'après les échanges respiratoires. La dépense est d'autant plus faible, pour un même travail extérieur accompli, que le muscle est plus près de sa longueur maxima quand il se raccourcit pour travailler;* par M. **A. Chauveau.**

« L'habitude apprend empiriquement aux travailleurs la meilleure manière d'utiliser leur force musculaire. Mais ils peuvent aussi emprunter des indications utiles aux enseignements de la Science. Par exemple, de l'étude physiologique de la contraction musculaire, envisagée au point de vue de la dépense énergétique qu'elle entraîne, se dégage la connaissance de conditions qui permettent aux muscles d'effectuer économiquement le travail mécanique qu'on leur demande. Une de ces conditions mérite d'être indiquée ici d'une manière toute spéciale.

» Je viens de démontrer que l'énergie employée dans le muscle à ce travail mécanique, c'est-à-dire au soulèvement des charges, équivaut au travail extérieur lui-même ([1]). Mais, quand un muscle soulève un poids, il n'a pas seulement à le déplacer ; il faut encore qu'il le soutienne pendant son déplacement. Or, l'énergie consacrée à cette œuvre de soutien croît avec le raccourcissement du muscle, exactement comme l'élasticité créée par l'état de raccourcissement. C'est ce qui résulte de mes recherches sur l'échauffement musculaire pendant la contraction statique et pendant la contraction dynamique ([2]). *Il s'ensuit que le muscle qui soulève un poids à une hauteur donnée, en partant de son état d'allongement extrême, dépense moins que s'il exécute le même soulèvement en partant d'un état de raccourcissement déjà plus ou moins prononcé.* De même, la destruction de ce travail positif entraîne une dépense énergétique moindre dans le premier cas que dans le second, pour le soutien de la charge pendant sa descente.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p, 113, etc.

([2]) *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*, par A. Chauveau, p. 104 et 149.

» J'apporte aujourd'hui, en faveur de l'exactitude de cette proposition, un nouveau témoignage, celui de la dépense énergétique appréciée par les échanges respiratoires.

» Les expériences ont été faites sur le muscle biceps brachial, avec le dispositif expérimental qui a été employé pour mes recherches sur l'élasticité créée dans le muscle par l'état de contraction et sur l'échauffement qui en résulte.

» Je n'ai pas à décrire de nouveau ce dispositif (1). Pour obtenir des résultats amplifiés, j'ai combiné le travail négatif avec le travail positif dans deux séries de soulèvements et d'abaissements alternatifs, répétés cinquante fois. La charge, accrochée à l'armature de l'avant-bras, consistait en un poids de 5^{kgr}, se déplaçant verticalement en suivant le sinus d'un angle de 20°. Étant donnée la disposition de l'appareil, c'était, à chaque soulèvement ou chaque abaissement, un déplacement vertical d'environ 15^{cm} (2).

» La série des cinquante doubles mouvements était accomplie chaque fois en trois minutes exactement, de 90° à 110° pour la première série, de 90° à 70° pour la seconde. Dans les deux séries, les muscles accomplissaient donc exactement le même travail extérieur, en agissant dans des conditions mécaniques identiques, mais sous un état de raccourcissement inégalement prononcé.

» Pour déterminer l'influence exercée sur la dépense énergétique par cette différence, on a recueilli, d'après ma méthode de dérivation, l'air expiré avant, pendant et après le travail. L'air ainsi récolté, mesuré et analysé, a permis de comparer les excédents qui se produisent, dans les deux cas de travail, sur les combustions de l'état de repos. Voici les résultats de trois expériences faites sur le même sujet,

---

(1) Voir *Le travail musculaire*, p. 20.

(2) Ce déplacement représentait donc un travail de $0^{kgm},75$. Comme la charge agissait à l'extrémité d'un bras de levier huit fois plus long environ que celui de la puissance musculaire qui y faisait équilibre, on peut évaluer à 6^{kgm} le travail qui était créé ou détruit à la montée et à la descente. D'où il résulte que le travail réel du biceps et de ses auxiliaires était, pour chaque série de 50 montées et descentes, d'environ 300^{kgm} en travail positif et autant en travail négatif. Mais ce n'est là qu'une approximation grossière. Je crois possible de la rendre meilleure, par une bonne détermination du rapport des deux bras de levier. Peut-être arriverait-on alors à pouvoir utiliser les fléchisseurs de l'avant-bras pour la comparaison de la dépense énergétique dans le cas de travail positif et de travail négatif. Les expériences délicates que comporte cette comparaison deviendraient alors relativement faciles. On n'aurait à surmonter d'autres difficultés que celles qui seraient attachées à la séparation rigoureuse des deux sortes de travaux mis en comparaison. Chacun de ces travaux devrait se composer, en effet, de 50 mouvements au moins : soit 50 soulèvements pour le travail positif et 50 abaissements pour le travail négatif. Or, il importe que les muscles, au cours de cette répétition de mouvements, restent absolument passifs dans les deux cas, quand la charge est ramenée à son point de départ.

pris à l'improviste, dans des conditions physiologiques nécessairement un peu disparates.

		Surcroît des échanges déterminés par le travail.										
		Première expérience.		Deuxième expérience.		Troisième expérience (1re partie).		Troisième expérience (2e partie).		Moyennes.		Quotients divers.
		cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc			
A. — Premier cas. (Raccourcissement —).	CO^2 exhalé....	377	″	565	″	210	″	259	″	352,75	″	″
	O^2 absorbé....	″	374	″	629	″	236	″	259	″	374,5	″
B. — Second cas. (Raccourcissement +).	CO^2 exhalé....	542	″	601	″	398	″	295	″	459	″	″
	O^2 absorbé....	″	619	″	657	″	424	″	288	″	497	″
C. — Rapport des échanges déterminés en surcroît par le travail dans les deux cas A et B.	N° 1. $\frac{O^2A}{O^2B}$...	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	$\frac{374,5}{497} = 0,752$
	N° 2. $\frac{CO^2A}{CO^2B}$..	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	$\frac{352,75}{459} = 0,769$
	N° 3. (A.) $\frac{CO^2}{O^2}$...	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	$\frac{352,75}{374,5} = 0,941$
	N° 3. (B.) $\frac{CO^2}{O^2}$...	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	$\frac{459}{497} = 0,924$

» Ces résultats ne sont pas très homogènes. Mais ils présentent l'avantage d'avoir été recueillis sur l'un des trois sujets qui m'ont servi dans la plupart de mes expériences antérieures sur la création de l'élasticité musculaire et l'échauffement qui en est la conséquence. Tels qu'ils sont, les faits constatés dans les trois expériences du Tableau ci-dessus sont très significatifs. Tous les chiffres de ce Tableau démontrent, en effet, fort nettement que *la dépense énergétique est moins forte, pour un même travail extérieur, quand le muscle agit sous un moindre degré de raccourcissement.* D'après les résultats moyens résumés dans la partie C du Tableau, quand les déplacements de la charge qui constituent le travail extérieur se produisent à l'extrémité de l'avant-bras entre 90° et 70° (A : *raccourcissement* —), la dépense énergétique n'est que les $\frac{3}{4}$ de celle qu'entraînent ces mêmes déplacements entre 90° et 110° (B : *raccourcissement* +). Telle est, en effet, la signification des quotients 0,752 et 0,769, qui expriment, l'un, l'activité de l'absorption de l'oxygène, l'autre, celle de l'exhalation de l'acide carbonique, dans le cas du raccourcissement — comparé au raccourcissement +.

» A remarquer encore les chiffres 0,941 et 0,924, quotients de la combustion, $\frac{CO^2}{O^2}$, du potentiel consommé en surcroît au moment du travail musculaire. Ces chiffres tendent à se rapprocher du quotient théorique de la combustion des hydrates de carbone. C'est un phénomène absolument constant, que cette tendance à l'égalité des deux termes du quotient

des échanges respiratoires dans la part afférente au surcroît déterminé par un *court travail*. On rencontre ainsi à chaque pas, en poursuivant les études qui se rapportent à la contraction des muscles, la confirmation des expériences spéciales qui ont démontré que les hydrates de carbone représentent le potentiel consacré *immédiatement* à la dépense énergétique du travail musculaire.

» La même confirmation se rencontre, du reste, en ce qui regarde la reconstitution incessante de ce potentiel pendant le travail même, dans toutes les expériences où *ce travail se prolonge*. La chute plus ou moins rapide que subit alors le quotient des échanges respiratoires en surcroît ne manque pas plus que l'élévation de ce quotient dans les premiers temps de la mise en activité du tissu musculaire. Cette chute, indice sûr de la transformation de la graisse en hydrates de carbone par oxydation rudimentaire, est un phénomène aussi constant que l'indice de leur combustion, source de l'énergie mobilisée pour l'accomplissement des fonctions du muscle. On ne peut toucher à l'étude du travail musculaire prolongé sans retrouver, au cours des expériences, cette démonstration de la reconstitution incessante du potentiel hydrate de carbone, incessamment brûlé pour la mobilisation de l'énergie nécessaire à l'exécution des travaux physiologiques du muscle. C'est un fait absolument en accord avec la constatation, sur laquelle j'ai tant insisté, de la permanence du glycogène et de la glycose dans l'organisme animal, ainsi qu'avec les conditions qui permettent d'en constater la diminution dans le cas de travail (1).

» Mais ce n'est pas là le point visé spécialement par la présente étude. Si nous revenons à ce point, nous constatons que, *d'après les échanges respiratoires, tout aussi bien que d'après la valeur de l'échauffement musculaire, la dépense énergétique des muscles s'accroît, pour un même travail mécanique*

(1) Quand les muscles travaillent, la tendance à l'épuisement des réserves de glycogène est constamment neutralisée par la tendance à la reconstitution de ces réserves. De là une certaine difficulté à constater une diminution de glycogène dans les muscles qui viennent de travailler. A l'état physiologique, cette constatation ne peut guère être faite que dans le cas où le tissu musculaire est extrait après un *court travail;* et encore la diminution est-elle faible (voir *Comptes rendus*, t. CIII. Voir aussi *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*, p. 256). C'est dans les muscles extraits du corps (Weiss, etc.), où l'apport des matériaux réparateurs est impossible, que le travail (tétanisation) fait le mieux sentir son influence sur l'affaiblissement des réserves de glycogène musculaire.

accompli, avec le degré de raccourcissement qu'affectent ces organes lorsqu'ils entrent en travail.

» On ne saurait méconnaître l'importance pratique de cette nouvelle démonstration. Elle prouve qu'un des meilleurs moyens de faire travailler les muscles économiquement, c'est de les tenir, au moment du raccourcissement qui opère le travail, le plus près possible de leur longueur maxima. Il est vrai que le jeu de l'appareil locomoteur ne se prête pas à de nombreuses occasions d'utiliser les avantages résultant de cette manière de faire travailler les muscles. Très fréquemment, elle est en coïncidence nécessaire avec d'autres conditions, qui sont au contraire défavorables à l'action musculaire. Les avantages de la contraction sous raccourcissement faible sont alors neutralisés, au moins partiellement. Mais il reste de nombreuses circonstances où l'exploitation de ces avantages peut rendre de grands services.

» Je me borne à signaler ce point, pour ne mêler à la question de pure physiologie générale que je traite en ce moment, aucune considération d'application pratique, en ce qui concerne le travail musculaire qui est demandé soit aux manouvriers, soit aux gymnastes, soit aux marcheurs, etc. Cette étude des applications pratiques pourra être faite à part. Elle le mérite à tous égards. Quand on songe à l'immensité du rôle qui est joué dans le monde par le travail musculaire de l'homme et des animaux, on ne peut manquer d'être frappé de l'importance des économies de potentiel énergétique qui peuvent être réalisées si l'on sait faire travailler les muscles suivant les règles inspirées par la Science physiologique. »

RAPPORTS.

GÉODÉSIE. — *Rapport sur un Mémoire de M. Jäderin, concernant une nouvelle méthode de mesure de base.*

(Commissaires : MM. d'Abbadie, Bouquet de la Grye; Bassot, rapporteur.)

« Le Mémoire que M. Jäderin a soumis au jugement de l'Académie, dans sa séance du 3 février dernier, a pour titre « Mesures des bases géodésiques au moyen de fils métalliques et application de la méthode à la mesure d'une section de la base de Paris ».

» La première partie contient l'exposé théorique et pratique de l'emploi

de deux fils minces ($1^{mm},6$ de diamètre), longs de 25^m, dont l'un est en acier et l'autre en bronze phosphoré.

» Si l'on imagine la base sectionnée en portées de 25^m, les extrémités de chaque section étant marquées par des lignes de foi tracées sur des trépieds, deux porteurs prennent successivement chacun des fils, les tiennent librement suspendus dans l'air en les raidissant au moyen de dynamomètres-ressorts, et les présentent tangentiellement au-dessus des lignes de foi. Les fils étant gradués à leurs extrémités sur une longueur de 100^{mm}, deux observateurs lisent simultanément, à l'aide d'une loupe, l'un à l'arrière, l'autre à l'avant, au dixième de millimètre, les appoints correspondant aux lignes de foi. Cette simple opération suffit à la mesure d'une portée. La tension est la même pour les deux fils et constante pour toutes les portées. La température des fils se déduit de la différence des longueurs mesurées. Au préalable, on a placé les trépieds à distance convenable à l'aide d'un fil gabarrit, on les a alignés, et enfin on a mesuré les différences successives de niveau des lignes de foi des trépieds par le procédé ordinaire du nivellement géométrique, c'est-à-dire à l'aide d'une mire et d'un niveau à lunette.

» L'appareil ne comporte qu'une paire de fils, deux ressorts-dynamomètres, un fil gabarrit, une dizaine de trépieds, un niveau à lunette et une mire; il est donc des plus simples et des moins encombrants. Son emploi n'exige que trois observateurs et douze auxiliaires, dont quatre exercés et les autres manœuvres. La mesure d'une portée peut se faire en moins de deux minutes; on obtient ainsi une vitesse de 600^m à 800^m à l'heure. Avec un personnel entraîné, on a pu mesurer 6^{km} dans une journée.

» Le terrain de la base peut être fort accidenté sans inconvénient pour la mesure; il n'a pas besoin d'être au préalable nivelé et damé, comme il est nécessaire de le faire pour l'emploi d'autres appareils; il suffit que l'emplacement des trépieds soit dégagé. Si l'on rencontre des obstacles, comme une rivière, une crevasse, un pont, on les franchit au moyen de fils auxiliaires de 50^m ou même de 100^m de portée.

» Économie et vitesse, tels sont les avantages que présente l'appareil Jäderin. Si les résultats sont suffisamment précis, on peut donc mesurer de très longues bases, qui offrent une énorme supériorité sur les bases courtes, et on ne craindra pas de les multiplier au grand profit des compensations à effectuer.

» Il n'est pas sans intérêt de montrer comment M. Jäderin a été amené à concevoir son système.

» En étudiant l'usage du ruban d'acier, il a reconnu qu'on ne peut en faire un emploi judicieux, sauf sur la glace ou sur des rails de chemin de fer, qu'en étalant le ruban sur des madriers formant une surface plane continue. De là, un matériel encombrant, et nécessité de préparer le terrain de la base. M. Jäderin prit alors des trépieds pour marquer les extrémités des portées, et fit tendre le ruban au-dessus d'eux, comme il vient d'être expliqué pour les fils métalliques, en le soumettant à une tension dynamométrique constante. Pour le calcul de la portée, il faut admettre que la température du ruban est celle de l'air ambiant, déterminée par le thermomètre. Ce mode d'emploi du ruban d'acier peut donner d'assez bons résultats, si l'on opère par temps couvert ou la nuit, et en l'absence de vent. Mais, s'il vente, le ruban oscille, de manière à rendre difficiles ou même impossibles les lectures. Si le soleil brille, la température du ruban peut différer notablement de la température ambiante, et cette source d'erreur est certainement la plus redoutable. En substituant au ruban un fil cylindrique mince, M. Jäderin a diminué considérablement l'influence du vent, et, pour les fils qu'il emploie, en les soumettant à une tension de 10^{kg}, il annule complètement cette influence. D'autre part, en employant deux fils de métaux différents, il a le moyen d'évaluer leur température avec précision.

» Il reste à démontrer que les résultats fournis par cet appareil présentent une précision suffisante pour les opérations géodésiques.

» Dans son Mémoire, l'auteur expose la théorie complète du ruban d'acier et des fils, soumis à une tension déterminée et suspendus librement dans l'air. Son point de départ est le suivant : que l'on suppose le ruban étendu sur une surface plane, mais sans raidissement d'aucune sorte, la distance rectiligne entre les traits extrêmes sera sa longueur normale; repérons ces traits. Si l'on supprime la surface plane et que l'on applique aux deux bouts du ruban, suspendu librement, une force tensive suffisante, on peut amener les deux traits terminaux à coïncider avec les repères précédemment établis. La force employée pour obtenir ce raidissement est la tension normale. Le rôle de la tension est donc de remplacer la surface plane et elle peut être obtenue en appliquant aux deux bouts du ruban des ressorts dynamomètres.

» Le ruban d'acier ou le fil métallique, librement suspendu par deux de ses points, forme une chaînette. Par l'analyse, M. Jäderin détermine, en fonction des tensions appliquées à chaque extrémité, du poids de l'unité de longueur et de la différence de niveau des points de suspension, les

deux corrections à apporter à la longueur de ce fil, pour la ramener à ce qu'elle serait si le fil était étalé sur une surface plane passant par les deux points de suspension; l'une est la correction de courbure, toujours négative, l'autre est la correction de raidissement ou de tension, toujours positive. Il en conclut l'équation fondamentale du mesurage, celle qui permet d'avoir la distance rectiligne entre les repères d'après les données fournies par l'observation. Cette même équation donne la tension normale, c'est-à-dire la tension qui doit être employée pour rendre la distance entre les points terminaux égale à la longueur normale, qui est celle du ruban ou du fil sur une base plane sans raidissement. Mais, dans la pratique, cette tension normale n'a pas besoin d'être connue, car on emploie toujours la même tension, un peu supérieure à la tension normale, comme nous l'avons expliqué, soit à l'étalonnage, soit dans les mesures sur le terrain.

» M. Jäderin donne ensuite les termes correctifs qui seraient à appliquer à l'équation fondamentale, au cas où il y aurait une petite erreur dans la force tensive indiquée par le dynamomètre au moment de l'observation.

» L'étalonnage est certainement la partie la plus délicate et la plus essentielle de l'opération. On peut étalonner les fils sur une longueur de 25^{m}, exactement déterminée, en opérant dans une salle à température constante; c'est le procédé qui offre le plus de garantie, mais il exige une pièce de grande dimension, comme un manège convenablement aménagé. On peut également mesurer avec les fils, à l'air libre, une base de longueur connue, en se plaçant dans les conditions les plus avantageuses pour éviter les erreurs, c'est-à-dire en opérant à l'ombre ou pendant la nuit, de manière que la température des fils puisse être assimilée à celle de l'air ambiant. M. Jäderin a pratiqué ces deux modes de comparaison et en a tiré des résultats généralement très concordants.

» Deux questions se posent maintenant sur l'emploi de l'appareil :

» 1° La température est-elle indiquée avec un degré suffisant de précision par les différences de longueur des fils, quand on opère en toutes circonstances, même au grand soleil?

» 2° Les longueurs des fils sont-elles invariables? ou, si elles sont variables, la modification de longueur s'opère-t-elle régulièrement ou irrégulièrement, indépendamment ou non de l'enroulage et du développement des fils, et enfin est-elle influencée par le transport et le travail sur le terrain?

» Pour répondre à la première question, M. Jäderin donne les résultats obtenus par quatre mesures successives d'une petite base de 2^{km}, située

aux environs de Stockholm, faites dans les conditions les plus variées de température, avec plein soleil, soleil intermittent, pluie ou vent. Ces quatre mesures présentent un accord plus que satisfaisant, car, en n'exprimant que les millimètres, on trouve $40^{mm},2$, $40^{mm},5$, $35^{mm},4$, $40^{mm},2$. Ce même accord s'est manifesté dans d'autres mesures, et il est permis de conclure que la température des fils est exactement représentée, en moyenne, par leur dilatation relative.

» La deuxième question est plus difficile à résoudre. L'expérience a d'abord démontré que les fils ne subissent pas la plus petite modification par suite de l'enroulage ou du déroulage, ainsi que par le transport. Ce point paraît hors de contexte. Mais, avec le temps, la longueur des fils ne reste pas invariable. Aussitôt après l'étirage, les fils tendent à se raccourcir, par suite, probablement, de la prédisposition qu'ont les molécules à reprendre la position qu'elles occupaient avant le traitement énergique auquel elles ont été soumises; ce raccourcissement peut atteindre jusqu'à 5^{mm} pour 25^{m}, soit $\frac{1}{5000}$ de la longueur; il se produit progressivement et, au bout de cinq à six mois, il paraît avoir cessé. Après cette première période, la longueur du fil ne reste pas encore constante; elle subit de faibles variations tantôt positives, tantôt négatives, sans loi définie et sous l'effet d'une cause physique encore inconnue. Phénomène curieux, les fils varient tous également, s'allongent ou se raccourcissent simultanément, qu'ils soient en acier ou en bronze, qu'ils soient utilisés ou non pour le travail, qu'ils soient enroulés ou tendus. M. Jäderin a fait de très nombreuses expériences sur ce sujet intéressant, mais il n'a pu encore en tirer des conclusions nettes. Ce qu'il faut retenir, c'est que les variations sont simultanées dans les deux fils et qu'elles se produisent d'une façon continue, d'où il résulte que les longueurs, au moment de l'opération, peuvent être obtenues par interpolation de l'étalonnage qui précède et de celui qui suit leur emploi.

» Cet exposé rapide de la méthode Jäderin montre qu'elle peut fournir des mesures précises de base, si l'on s'entoure des précautions voulues : l'auteur affirme qu'on peut obtenir le $\frac{1}{500000}$, ce qui est largement suffisant. Cependant, il faudrait une sanction à cette affirmation; cette sanction ne peut se trouver dans l'accord des mesures faites avec les mêmes fils, attendu que les erreurs systématiques ne sont pas éliminées; à notre avis, elle doit ressortir de la comparaison des résultats obtenus pour la longueur d'une base, en la mesurant d'abord avec une règle bimétallique, ensuite

avec les fils. Deux expériences de cette nature ont été faites, l'une à Poulkovo, l'autre à Paris. La base de Poulkovo, longue de 2269^m et divisée en deux segments, a été mesurée par les deux méthodes : les résultats sont les suivants :

	I.	II.	Base.
1888 (appareil de Jäderin)...	$1203^m,287$	$1065^m,847$	$2269^m,134$
1890 (appareil de Struve)....	$1203^m,283$	$1065^m,849$	$2269^m,132$

» L'accord est très satisfaisant. Mais il n'en est pas de même dans l'expérience tentée à Paris sur une section de la base fondamentale de la nouvelle méridienne, d'une longueur de 3050^m, mesurée en 1890 avec l'appareil Brunner ([1]). M. Jäderin a employé ici une paire de fils qui n'avaient pas été étalonnés avec une précision suffisante avant l'opération, et qui n'ont pu être reétalonnés après. Les deux mesures faites avec les fils concordent entre elles à $\frac{1}{1000000}$, mais leur moyenne présente un désaccord d'environ $\frac{1}{25000}$ avec la longueur obtenue avec l'appareil Brunner par deux mesures qui ne différaient entre elles que de 2^{mm}.

» Quoi qu'il en soit, nous n'hésitons pas à reconnaître que la méthode imaginée par M. Jäderin pour mesurer les bases constitue un procédé très original, économique et rapide, dont la précision sera généralement suffisante pour les réseaux de triangulation servant à l'établissement des cartes; cependant nous n'oserions, jusqu'à nouvel ordre, la conseiller pour les mesures de bases des chaînes fondamentales qui servent à l'étude des formes de la Terre.

» Le Mémoire qui nous a été soumis se recommande par une analyse très documentée, digne de fixer l'attention du monde savant. Nous avons l'honneur, en conséquence, de proposer à l'Académie d'en ordonner l'insertion dans le *Recueil des savants étrangers*, en le limitant à la partie purement théorique. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

([1]) Cette expérience, qui a été conduite par M. Jäderin lui-même, a été entreprise sur l'initiative de notre Confrère, M. d'Abbadie, pour faire connaître l'appareil aux géodésiens français.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Réfractions et mirages observés sur le Léman.* Note de M. **F.-A. Forel**.

« Les deux types opposés de réfraction que subissent les rayons lumineux, rasant la nappe d'un lac, dépendent de la température relative de l'eau et de l'air en contact avec cette eau. Ce sont :

» Les *réfractions sur eau chaude,* lorsque l'air est plus froid que l'eau. Elles sont caractérisées par le rapprochement du centre de l'horizon, l'exagération de la courbure apparente de la nappe sphéroïdale du lac, l'apparition sur la ligne de l'horizon de dentelures extraordinaires des vagues, enfin la formation d'un mirage symétrique, au-dessous de ce qu'on appelle le plan caustique; ce mirage donne une réflexion apparente des objets situés au delà du cercle de l'horizon (mirage du désert).

» Les *réfractions sur eau froide,* quand l'air est plus chaud que l'eau. Elles sont caractérisées par l'éloignement du cercle de l'horizon, l'apparence de surface à concavité supérieure que prend la nappe sphéroïdale du lac, le soulèvement de l'horizon apparent, l'apparition d'objets très éloignés masqués en réalité par la rotondité de la Terre, enfin la compression verticale des objets très bas sur l'eau, à grande distance.

» Entre ces deux types opposés, nous avons encore les apparitions singulières connues sous les noms de *fata morgana,* de *fata brumosa,* et enfin le fait encore inexpliqué du *mirage sur eau froide,* lequel se montre quand la température de l'air s'élève progressivement au-dessus de la température de l'eau. Le mirage sur eau froide a les mêmes caractères que le mirage des réfractions sur eau chaude, sauf que l'image inférieure n'est pas symétrique; elle est bien opposée à l'image réelle, mais elle est fort réduite dans ses dimensions verticales; souvent elle n'a pas le tiers de la hauteur de l'image réelle. (Voir F.-A. Foret, *Le Léman,* t. II; Lausanne, 1895).

» J'ai essayé de préciser les conditions d'apparition de ces divers types ; voici le résultat de très nombreuses observations, faites la plupart sur le Léman. Pour simplifier, je prendrai mes exemples dans un jour de printemps ; dans cette saison, les variations de la température de l'air amènent toutes les relations possibles de cette température avec celle de l'eau, et

tous les types de réfractions peuvent apparaître les uns après les autres.

» Dans la matinée, disons 6^h du matin, l'air refroidi pendant la nuit est plus froid que l'eau du lac. On voit alors les réfractions et mirages sur eau chaude.

» Vers 10^h ou midi, la température de l'air s'élève; elle égale et dépasse celle de l'eau. Nous avons alors le mirage sur eau froide.

» Dans l'après-midi, de 2^h à 4^h, tout à coup, subitement, les réfractions changent de caractère; la convexité du lac se transforme en concavité apparente; nous avons l'apparition de la *fata morgana*, quelquefois celle de la *fata brumosa*, qui ne persistent que pendant quelques minutes. Je crois avoir constaté que l'apparition des palais de la fée Morgane n'a lieu dans toute sa beauté que lorsqu'une brise légère passe sur le lac, après une matinée de grand calme.

» C'est un changement de décors à vue. Sitôt que la *fata morgana* a disparu, les réfractions sur eau froide s'emparent de la scène et durent jusqu'à la nuit.

» La série des réfractions est donc la suivante : mirage sur eau chaude, mirage sur eau froide, *fata morgana*, réfractions sur eau froide.

» La *fata morgana* n'occupant qu'un segment limité du cercle de l'horizon, on voit, d'un côté de ces apparitions fantastiques, le régime du mirage sur eau froide; de l'autre côté, les réfractions sur eau froide, sans mirage. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la photographie des bruits du cœur.* Note de M. **A. de Holowinski**, présentée par M. Bouchard ([1]).

(Commissaires : MM. Bouchard, Marey, Potain.)

« Les vibrations sonores, produites par la fermeture des valvules auriculo-ventriculaires (premier bruit) et sigmoïdes (deuxième bruit), correspondent normalement à une amplitude tellement petite (au-dessous des millionièmes d'un millimètre), que leur perception directe, accessible à l'ouïe, reste inaccessible à la vue. L'enregistrement graphique ou optique de ces vibrations résiste en effet aux plus puissantes amplifications dont

---

([1]) Cette Note a été présentée à l'Académie, par M. Bouchard, dans la séance du 6 juillet.

on dispose depuis longtemps pour inscrire les autres ondes physiologiques à périodes relativement lentes et à amplitudes relativement colossales.

» ... Après diverses tentatives, j'ai réussi, vers la fin de 1895, à combiner une méthode *entièrement automatique* pour photographier les instants des bruits cardiaques. Le principe repose sur ce fait, que la tension périodique des valvules est non seulement synchronique avec les vibrations sonores des bruits stéthoscopiques, mais aussi avec des *secousses mécaniques* (ébranlements) qui l'accompagnent en se propageant sur toute la surface du thorax; ces secousses sont directement insensibles à l'ouïe (à cause de leur petite fréquence), mais on les sent souvent sous la pression du doigt et on les voit par la réflexion d'une mire sur un miroir appliqué sur tous les points du thorax.

» Pour fixer photographiquement les instants de ces secousses synchroniques avec le stéthoscope, j'emploie un appareil qui comprend quatre organes principaux :

» 1. Un microphone perfectionné, appliqué sur la surface du cœur;

» 2. Un téléphone optique, excité par le microphone et dont le diaphragme produit les *anneaux colorés de Newton;*

» 3. Un système optique pour éclairer les anneaux et en réfléchir l'image réelle, inverse et agrandie sur une étroite fente verticale;

» 4. Un tambour, enveloppé par un papier fort sensible, qui tourne derrière la fente de la chambre photographique.

» 1. Le microphone (à contacts de charbon et platine) est fixé, par l'entremise d'un axe de rotation, sur le support d'un cardiographe à transmission aérienne et l'on règle rapidement la sensibilité voulue de l'instrument, en l'inclinant plus ou moins autour de son axe, par rapport à la direction verticale. De plus, l'amplitude des vibrations microphoniques peut être amortie à l'aide d'une spirale, qui permet d'éliminer l'effet des secousses accidentelles et plus faibles au profit des ébranlements plus forts (relativement), synchroniques avec les deux bruits. En commençant par la sensibilité minima du microphone et en l'augmentant successivement, l'on entendra : (*a*) d'abord les deux bruits si faiblement que l'application immédiate de l'oreille au téléphone devient alors nécessaire; puis (*b*) le premier bruit s'entend seul *à distance*, tandis que le second ne l'est pas encore; (*c*) les deux bruits sont assez hauts pour être perçus à grande distance; enfin (*d*) le rythme des bruits devient de plus en plus indistinct et est accompagné d'autres trépidations accidentelles (interruptions momentanées du courant).

» La phase (*c*) de la régulation convient seule pour la photographie des deux bruits et elle se maintient indéfiniment, une fois réglée, tant que le microphone ne change pas son inclinaison par rapport à la verticale : les commencements des sons téléphoniques sont alors nets et précis et coïncident exactement avec l'auscultation simultanée

d'un stéthoscope. Le diaphragme de mon téléphone accomplit des vibrations sonores qui dépassent souvent $0^{mm},0002$ pour le premier bruit et sont généralement moindres pour le second bruit.

» 2. Le diaphragme du téléphone optique porte à son centre une fine aiguille, terminée par un chapeau, que l'on colle à la surface (vernie en noir) d'une mince ($0^{mm},1$) lame de verre. Cette lame acquiert ainsi une courbure convexe (à très grand rayon) et se trouve placée à une petite distance sous une autre lame plus épaisse (micromètre de Babinet), qui est portée par trois vis micrométriques (méthode de Fizeau). La couche d'air comprise entre les deux lames forme les anneaux colorés, dont les diamètres se *contractent* ou se dilatent sous l'influence d'un mouvement *descendant* ou ascendant du diaphragme.

» Lorsque le *sens* du courant est *inverse* (c'est-à-dire contraire au champ magnétique des noyaux dans les bobines téléphoniques) et que la sensibilité du microphone est réglée de manière à ne jamais interrompre le circuit galvanique, alors chaque secousse cardiaque (*bruit*) accroît la résistance du microphone et *affaiblit* l'intensité primitive du courant; son effet se traduit par un mouvement total, brusque et *descendant* du diaphragme téléphonique, qui est d'ailleurs concomitant avec les vibrations sonores.

» On obtiendra, dans les mêmes expériences, un mouvement *ascendant* du diaphragme en changeant le sens du courant (*direct,* c'est-à-dire concordant avec le champ magnétique des noyaux). Néanmoins, toutes autres conditions égales, le mouvement *ascendant* aura une amplitude relativement moindre, et cela à cause de la *viscosité* de l'air, condensé à la surface des deux verres. Cette viscosité croît dans une progression rapide, à mesure que la couche d'air devient plus mince, et son influence est manifeste aux mesures micrométriques, non seulement pour les anneaux du *premier ordre* ($0^{mm},0002$ d'épaisseur d'air), mais même pour les anneaux au delà du *quatrième ordre* ($0^{mm},001$).

» 3. Le téléphone optique est placé à 45° par rapport aux rayons émis par une lampe à magnésium, dont la lumière traverse d'abord deux verres *violets* ($\lambda = 0^{mm},0004$ environ), éclaire ensuite les anneaux et en réfléchit l'image réelle (agrandie 4,5 fois par la lunette) sur la partie inférieure d'une fente verticale. La partie supérieure de cette même fente, éclairée par un autre système de lentilles, sert à enregistrer simultanément les ondes des autres aiguilles inscrivantes (cardiographe, pneumographe, chronographe, etc.) (¹).

» Dans les conditions actuelles, j'emploie un *grossissement* de 16000 environ : rapport entre les amplitudes de l'image photographiée des anneaux mobiles et les amplitudes correspondantes du diaphragme téléphonique.

» La secousse du premier bruit cardiaque produit ordinairement une contraction de l'anneau central (violet clair, du deuxième ordre) de plus de 8^{mm}, ce qui correspond à un déplacement total et descendant du diaphragme de $0^{mm},0005$ (calculé sous l'incidence de 45° pour la valeur déterminée d'avance de la courbure du verre inférieur).

(¹) Les résultats physiologiques (et provisoires) de cette méthode seront publiés prochainement dans les *Archives de Physiologie*.

» Après chaque contraction principale, on voit apparaître sur les photogrammes d'autres dentelures aux contours des anneaux : ce sont les vibrations sonores des bruits téléphoniques, dont la fréquence a varié de 25 à 45 par seconde (dans mon téléphone) et dont l'amplitude dépasse quelquefois $0^{mm},0002$.

» Avec cette méthode, on pourra atteindre facilement des grossissements linéaires de plusieurs millions, et cela en diminuant la courbure du verre, en remplaçant la lunette faible par un microscope, et enfin en agrandissant une seconde fois les photogrammes obtenus à l'aide d'un autre microscope.

» 4. La limite pratique de l'agrandissement dépendra de la sensibilité du papier photographique, par rapport à la durée de son exposition (actuellement $0^{s},01$, avec une vitesse de 50^{mm} par seconde), ainsi qu'à l'intensité de la lumière réfléchie.

» *Vérifications chronométriques.* — *a.* En fixant mon modèle de microphone invariablement sur un support fort lourd, et en touchant celui-ci avec un bouton métallique, de manière à fermer chaque fois un circuit électromagnétique, les indications de l'électro-aimant récepteur ont toujours été synchroniques (à $0^{s},01$ près) des mouvements correspondants des anneaux (dans un autre circuit); il n'y a donc pas de retard (pratique) entre l'instant de la secousse et les contractions (ou dilatations) des anneaux.

» *b.* L'expérience précédente, répétée avec un électromètre capillaire vertical (au lieu du téléphone optique), ne donne pas des mesures aussi exactes, à cause de l'inertie et du frottement de la colonne mercurielle, dont l'influence est manifeste pour les secousses rapidement répétées.

» *c.* En remplaçant, dans l'expérience (*a*), le microphone par un tambour Marey, dont on touche périodiquement la membrane, on constate le synchronisme entre les signaux de l'électro-aimant et les commencements des secousses aériennes, lorsque l'aiguille du cardiographe est suffisamment amortie.

» *d.* Le téléphone optique, grâce à la minime inertie de son diaphragme et à l'amplitude microscopique de ses mouvements, amortis par la viscosité de l'air, donne des indications pratiquement exactes pour l'inscription chronométrique des commencements des bruits cardiaques, séparés d'ailleurs par d'assez longues intermittences; d'autre part, la fréquence, la phase, l'intensité et le timbre de l'onde, perçues par le microphone, sont alors évidemment et complètement changés... »

M. **Fr. Crôtte** adresse un Mémoire relatif à une nouvelle méthode de traitement de la tuberculose.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *A. Kékulé von Stradonitz,* Correspondant pour la Section de Chimie, décédé à Bonn le 13 juillet 1896.

M. **Berthelot** ajoute :

« Kekulé (Friedrich-August) était né à Darmstadt le 7 septembre 1829. Il fut élève de Bunsen et privat-docent à Heidelberg, en 1856 et 1858, où je l'ai connu, en même temps que M. Ad. Baeyer, de Munich, et M. Roscoë, de Manchester. Il a été professeur, d'abord à l'Université de Gand, puis, depuis trente ans, à l'Université de Bonn.

» Sa théorie de la tétratomicité du carbone et de la saturation réciproque des éléments a complété les notions et les symboles de la Théorie atomique. Mais sa réputation est surtout liée à l'invention de la formule hexagonale de la benzine, qui a fixé les idées sur un ordre très général des isoméries de position et qui a pris une extrême importance, par suite des découvertes qu'elle a provoquées dans l'étude de la série aromatique et des matières colorantes artificielles. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** invite l'Académie à se faire représenter à la distribution des prix du Concours général entre les lycées et collèges de la Seine et de Versailles, qui aura lieu sous sa présidence, à la Sorbonne, le 30 juillet prochain.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les sommes de Gauss.* Note du P. **de Séguier**, présentée par M. Hermite.

« L'étude des sommes

$$\sum_s \left(\frac{s}{n}\right) e^{\frac{2h\pi i}{n}}$$

où n est quelconque et où s parcourt un système de restes selon le module n (les restes impairs congrus entre eux selon le module 8 si n est impairement pair) se ramène à celle des sommes

$$\psi(h, \mathrm{D}) = \sum_s \left(\frac{\mathrm{D}}{s}\right) e^{\frac{2h\pi i}{|\mathrm{D}|}} \qquad (h \text{ entier } > 0, < 0 \text{ ou } = 0)$$

où D est un discriminant, c'est-à-dire $\mathrm{D} \equiv 0, 1 \pmod 4$, et où s parcourt un système de restes positifs selon le module D. Kronecker a déterminé ces sommes dans le cas où D est un discriminant fondamental, c'est-à-dire un nombre de l'une des formes P, -4P, ± 8P, P étant un discriminant

impair sans facteur carré. Pour le cas où D est un discriminant quelconque, carré ou non carré, je suis arrivé à la formule suivante :

$$\left\{\begin{array}{l}\psi(h, \mathrm{D}) = \varepsilon_{\mathfrak{Q}'}\dfrac{\varphi(\mathfrak{Q}^2)}{\varphi(\mathfrak{Q}')}\mathrm{Q}_0^2\left(\dfrac{\mathrm{D}_0}{k}\right)(\sqrt{\mathrm{D}_0})(-1)^{\frac{\operatorname{sgn} h-1}{2}\frac{\operatorname{sgn}\mathrm{D}_0-1}{2}} \\ (\mathrm{D} = \mathfrak{D}\mathfrak{Q}^2 = \mathrm{D}_0\mathrm{Q}_0^2\mathfrak{Q}^2;\ \mathrm{D}_0 \text{ discriminant fondamental; } \mathfrak{D} \text{ premier à } \mathfrak{Q} \text{ et ne} \\ \quad \text{contenant que les facteurs appartenant à } \mathrm{D}_0;\ \mathfrak{Q}' \text{ quotient de } \mathfrak{Q}^2 \text{ par son} \\ \quad \text{plus grand commun diviseur avec } h;\ h = k\mathrm{Q}_0^2).\end{array}\right.$$

» Dans cette formule, $\left(\frac{\mathrm{D}_0}{k}\right)$ représente o si k n'est pas entier; ε_n désigne o si n a un diviseur carré, $(-1)^\nu$ si n est composé de ν facteurs premiers différents, avec $\varepsilon_1 = 1$, $\varepsilon_0 = 0$; enfin $(\sqrt{re^{i\theta}})$ $(r > 0)$ désigne $|\sqrt{r}|e^{\frac{i\theta}{2}}$ avec $-\pi > \theta \leqq \pi$.

» En posant

$$\varpi(\alpha, \mathrm{D}) = \sum_{s=1}^{=|\mathrm{D}|}\left(\frac{\mathrm{D}}{s}\right)s^\alpha,$$

on a

$$\psi(n, \mathrm{D}) = \sum_{\alpha=0}^{\alpha=\infty}\frac{(2ni\pi)^\alpha}{\alpha!\,|\mathrm{D}|^\alpha}\varpi(\alpha, \mathrm{D})$$

et, inversement,

$$\varpi(\alpha, \mathrm{D}) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty}\mathrm{A}(n, \alpha, \mathrm{D})\,\psi(n, \mathrm{D});$$

$$\mathrm{A}(n, \alpha, \mathrm{D}) = \sum_{\nu=1}^{\nu=\alpha}\frac{-|\mathrm{D}|^\alpha\alpha!}{(\alpha-\nu+1)!\,(2ni\pi)^\nu}, \qquad \text{si} \quad n \neq 0;$$

$$\mathrm{A}(0, \alpha, \mathrm{D}) = \frac{|\mathrm{D}|^\alpha}{\alpha+1};$$

d'où

$$\varpi(\alpha, \mathrm{D}) = \frac{\mathrm{D}|^\alpha}{\alpha+1}\varpi(\mathrm{D}, 0) + 2\mathrm{Q}_0^2\sum_{\nu=1}^{\nu=\alpha}\frac{-|\mathrm{D}|^\alpha\alpha!\,\mathfrak{Z}_\nu(\mathrm{D})}{(\alpha-\nu+1)!\,(2\pi)^\nu}\,\mathfrak{R}\,\frac{(\sqrt{\mathrm{D}})}{i^\nu},$$

$$\mathfrak{Z}_\nu(\mathrm{D}) = \varphi(\mathfrak{Q}^2)\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{\varepsilon_{\mathfrak{Q}'_n}}{\varphi(\mathfrak{Q}'_n)}\left(\frac{\mathrm{D}_0}{n}\right)\frac{1}{n^\nu},$$

$\mathfrak{Q}'_n$ étant le quotient de $\mathfrak{Q}^2$ par son plus grand commun diviseur avec n, $\mathfrak{R}$ désignant une partie réelle.

» Il est intéressant de déterminer les sommes $\varpi(\alpha, \mathrm{D})$ selon le module D, ou du moins leur plus grand commun diviseur $\varpi'(\alpha, \mathrm{D})$ avec D. Si D_0 ne

contient qu'un facteur premier à la plus petite puissance σ qui fasse de p^σ le module d'un discriminant; si en même temps α est un multiple impair de $\frac{1}{2}\varphi(p^\sigma)$ et $\varphi(\mathcal{Q}^2) \not\equiv 0 \pmod{p}$, on aura

$$\varpi'(\alpha, \mathrm{D}) = \frac{\mathrm{D}}{p};$$

dans tous les autres cas où D n'est pas un carré,

$$\varpi'(\alpha, \mathrm{D}) = \mathrm{D}.$$

Si D est un carré, la somme $\varpi(\alpha, \mathrm{D})$ devient un cas particulier de la somme

$$s(\alpha, \mathrm{Q}) = \sum_{s=1}^{s=\mathrm{Q}} \left(\frac{\mathrm{Q}^2}{s}\right) s^\alpha, \qquad \mathrm{Q} \text{ entier} > 0.$$

Or, en représentant par $\prod_i p_i^{\lambda_i}$ la décomposition de Q en facteurs premiers, en désignant par $s'(\alpha, \mathrm{Q})$ le plus grand commun diviseur de $s(\alpha, \mathrm{Q})$ et de Q, par Φ le produit de ceux des p_i pour lesquels α est divisible par $\varphi(p_i^\sigma)$ en même temps que $\varphi\left(\frac{\mathrm{Q}}{p_i^{\lambda_i}}\right) \not\equiv 0 \pmod{p_i}$, on a

$$s'(\alpha, \mathrm{Q}) = \frac{\mathrm{Q}}{\Phi}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes quadratiques définies à indéterminées conjuguées de M. Hermite*. Note de M. **Alfred Lœwy**, présentée par M. Picard.

« Considérons une substitution linéaire quelconque

$$x_i = \sum_{k=1}^{k=n} p_{ik} \xi_k, \qquad i = 1, 2, \ldots, n;$$

on peut lui en adjoindre une autre

$$x_i^0 = \sum_{k=1}^{k=n} p_{ik}^0 \xi_k^0, \qquad i = 1, 2, \ldots, n,$$

dont les coefficients p_{ik} ainsi que les variables $x_i^0 \xi_i^0$ sont imaginaires conjuguées de ceux de la première. On peut se demander si une forme bili-

néaire $\Sigma a_{ik}x_i x_k^0$ à indéterminées conjuguées, dont le déterminant n'est pas nul, peut être transformée en elle-même quand on effectue les deux substitutions sur les variables. Pour ce but, c'est une condition nécessaire et suffisante que les deux fonctions caractéristiques des deux substitutions, cela veut dire les deux déterminants

$$\Delta = \begin{vmatrix} p_{11}-\rho & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22}-\rho & \cdots & p_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn}-\rho \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad \Delta^0 = \begin{vmatrix} p_{11}^0-\rho & p_{12}^0 & \cdots & p_{1n}^0 \\ p_{21}^0 & p_{22}^0-\rho & \cdots & p_{2n}^0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{n1}^0 & p_{n2}^0 & \cdots & p_{nn}^0-\rho \end{vmatrix}$$

où ρ est un paramètre arbitraire, aient des diviseurs élémentaires (elementartheiler de M. Weierstrass), adjoints l'un à l'autre de manière qu'ils soient de degré égal et s'annulent pour des valeurs réciproques. Dans ce cas, non seulement la forme $\Sigma a_{ik}x_i x_k^0$, mais encore le faisceau de formes bilinéaires

$$\Sigma(a_{ik} + r a_{ki}^0)\varkappa_i \varkappa_k^0,$$

où les coefficients a_k^0 et a_{ik} sont des quantités imaginaires conjuguées, et r est un paramètre arbitraire, est transformé en lui-même. Pour $r = 1$ on trouve la forme spéciale $\Sigma(a_{ik} + a_{ki}^0)x_i x_k^0$, que M. Hermite a étudiée le premier pour $n = 2$ et que nous voulons nommer une *forme quadratique* de M. Hermite. Une telle forme $\Sigma c_{ik} x_i x_k^0$ est caractérisée par le fait que les coefficients c_{ii} sont réels et que les coefficients c_{ik} et c_{ki} sont des quantités imaginaires conjuguées.

» Le cas le plus élémentaire et le plus important est sans doute celui qui suppose que les diviseurs élémentaires sont simples, et que toute racine de $\Delta = 0$ est adjointe à la racine imaginaire conjuguée de $\Delta^0 = 0$. On voit que Δ et Δ^0 s'annulent toujours pour des valeurs imaginaires conjuguées; par conséquent, l'adjonction susdite est possible. Sous cette hypothèse, le module de chaque racine de $\Delta = 0$ est l'unité, et tous les mineurs de l'ordre $n-(m-1)$ du déterminant Δ s'annulent pour une racine m-tuple de $\Delta = 0$. Dans ce cas, les deux substitutions transforment une forme quadratique définie (positive) de M. Hermite en elle-même. Une forme quadratique de M. Hermite est nommée *définie* (positive) quand elle peut être mise sous la forme d'une somme de modules, et que, par conséquent, elle a un signe invariable positif.

» Inversement, on démontre que toute forme définie de M. Hermite est transformée en elle-même seulement par des substitutions, dont les fonc-

tions caractéristiques ont des diviseurs élémentaires simples et des racines dont le module est l'unité; c'est la généralisation du théorème sur la transformation réelle d'une forme quadratique définie réelle.

» Les substitutions linéaires périodiques appartiennent toujours à la classe des substitutions qui transforment une forme quadratique définie de M. Hermite en elle-même. De plus, on démontre encore qu'*il correspond à tout groupe linéaire d'ordre fini à n variables, une forme quadratique définie à indéterminées conjuguées qui est transformée en elle-même*, quand on effectue les substitutions du groupe d'ordre fini sur les variables. Cela complète les résultats de M. Picard qui a étudié tous les types différents de groupes finis à deux et à trois variables sous ce point de vue et qui a indiqué comme possible un cas d'exception au théorème précédent. Pour le type

$$x_1 = \lambda\xi_1, \qquad x_2 = \lambda\ \xi_2, \qquad x_3 = \lambda\xi_3;$$
$$x_1 = \tau\xi_1, \qquad x_2 = \tau^{-1}\xi_2, \qquad x_3 = \xi_3;$$
$$x_1 = \xi_2, \qquad x_2 = \xi_1, \qquad x_3 = \xi_3;$$
$$\left\{\begin{array}{l} x_1 = a\xi_1 + (1-a)\xi_2 + 2a(1-a)\xi_3 \\ x_2 = (1-a)\xi_1 + a\xi_2 - 2a(1-a)\xi_3 \\ x_3 = \xi_1 - \xi_2 + (1-2a)\xi_3 \end{array}\right\},$$

où

$$\tau^5 = 1 \qquad 1 + a(\tau + \tau^{-1} - 2) = 0,$$

et λ désignant une racine de l'unité, M. Picard indique en effet seulement, dans le *Bulletin de la Société mathématique de France* (t. XV, p. 152), que la forme quadratique $x_3^2 - 5x_1x_2$ se reproduit à un facteur près par les substitutions précédentes. Mais il a échappé à l'attention de l'illustre géomètre que la forme quadratique définie à indéterminées conjuguées

$$x_1x_1^0 + x_2x_2^0 + (1-a)2ax_3x_3^0$$

aussi est transformée en elle-même; il n'y a donc pas de cas exceptionnel.

» Enfin, qu'il me soit permis de donner la substitution générale, dont le déterminant

$$\begin{vmatrix} p_{11}+1 & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{12}+1 & \cdots & p_{2n} \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots & \cdots\cdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn}+1 \end{vmatrix}$$

n'est pas nul et qui transforme la forme quadratique définie $\Sigma x_i x_i^0$, en elle-

même. Elle est représentée par

$$x_i = \Sigma p_{ik} \xi_k,$$

où

$$p_{ik} = \frac{2\beta_{ik}}{D}; \qquad p_{ii} = \frac{2\beta_{ii} - D}{D}.$$

$$D = \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{vmatrix};$$

$$\beta_{ik} = \frac{\partial D}{\partial c_{ik}}; \qquad c_{ii} = 1 + is_{ii}; \qquad c_{ik} = t_{ik} + is_{ik}; \qquad i \neq k;$$

$$t_{ik} = -t_{ki}; \qquad s_{ik} = s_{ki}.$$

» Les quantités t_{ik} et s_{ik} sont réelles et arbitraires; i est l'unité imaginaire; c'est là la généralisation des formules célèbres de Cayley pour la transformation orthogonale. »

PHYSIQUE. — *Électroscope à trois feuilles d'or.* Note de M. **L. Benoist**, présentée par M. Mascart.

« J'ai apporté à l'électroscope à feuilles d'or une modification très simple, qui en augmente la sensibilité, et en rend plus précis l'emploi comme électromètre.

» Elle consiste à le garnir de *trois* feuilles d'or de mêmes dimensions, que l'on saisit à la fois par une de leurs extrémités au moyen d'un morceau de papier d'étain, disposition déjà employée dans le cas de deux feuilles, et que l'on fixe à la pince qui termine la tige isolée de l'électroscope. L'addition d'une *troisième* feuille d'or présente les avantages suivants :

» Quand on charge l'électroscope, la feuille centrale reste verticale, et les deux autres s'en écartent d'un même angle de chaque côté; la première forme un véritable fil à plomb, servant de repère pour la mesure des angles, qu'il est commode d'effectuer au moyen d'un rapporteur transparent fixé sur la glace antérieure de la cage métallique, et que l'on centre facilement par rapport aux feuilles d'or; on observe avec un viseur suffisamment éloigné.

» D'autre part, la sensibilité est notablement plus grande qu'avec deux feuilles; car ici, chaque feuille extrême est quatre fois plus fortement repoussée par la feuille centrale que par la feuille opposée, de telle sorte

qu'une même divergence s'obtient avec une charge moindre, bien que cette charge soit répartie entre trois feuilles au lieu de deux.

» Un calcul simple montre immédiatement que, pour les petits angles, la sensibilité est accrue dans le rapport de 1 à 1,49; et une formule plus générale, facile à établir, prouve que la sensibilité augmente davantage à mesure que l'angle de divergence augmente.

» Dans l'électroscope à deux feuilles, la sensibilité devient nulle au voisinage d'un angle de 90° compté à partir de la verticale; c'est l'angle limite au voisinage duquel un nouvel accroissement de charge ne produit aucun nouvel accroissement de divergence. Avec trois feuilles, l'angle limite est porté à 120°. L'appareil peut ainsi servir pour de plus hauts potentiels, sans que l'on ait à craindre l'arrachement des feuilles d'or. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages métalliques*. Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une précédente Communication [1] j'ai indiqué, par analogie avec les mélanges salins obtenus par fusion, quels étaient les différents cas pouvant se présenter dans la solidification des alliages métalliques fondus.

» A côté de ces trois cas on peut en concevoir l'existence d'un quatrième, qui semble être assez fréquent dans les alliages usuels et auquel paraissent se rapporter les bronzes et les laitons. Ce serait le cas où deux métaux non isomorphes entre eux donneraient une combinaison isomorphe avec l'un d'eux. Le fait est d'autant plus probable que, pour les mélanges salins, on connaît des exemples de ce genre. Le premier a été signalé par M. Roozeboom : le chlorhydrate d'ammoniaque et le chlorure ferrique qui ne sont pas isomorphes donnent un chlorure double isomorphe du chlorhydrate d'ammoniaque. Depuis, M. Le Chatelier a obtenu un chlorure double de sodium et d'argent $NaCl + AgCl$ isomorphe du chlorure de sodium et un sulfate double de sodium et de calcium $2SO^4Na^2 + SO^4Ca$ isomorphe du sulfate de sodium.

» L'étude de la fusibilité des alliages métalliques paraît encore pouvoir, dans ce cas, nous renseigner sur leur constitution.

» Le Tableau suivant donne les températures de solidification des alliages cadmium-argent, zinc-argent, étain-argent, pour une composition de ces alliages exprimée par le poids du moins fusible des deux métaux contenu dans 100^{gr} de l'alliage.

(1) H. Gautier, *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 109.

Cd-Ag.	Température.	Zn-Ag.	Température.	Sn-Ag.	Température.
0	322°	0	433°	0	232°
4	355	6,25	465	4,86	221.
10,6	422	30	595	16,66	312
21,75	525	52,17	695	25	355
36,23	660	58	715	33,33	390
42	710	62	690	40	430
51	755	72,50	695	50	475
60,16	805	76,60	730	58,82	535
68,65	840	89,54	870	66,66	600
77,63	880	94,24	910	74,62	682
86,1	925	100	954	83,33	815
91,8	945			90,9	900
95,5	950			100	954
100	954				

» Si l'on représente ces résultats graphiquement, on obtient des courbes de fusibilité (*fig.* 1) qui ne ressemblent nullement à celles qui corres-

Fig. 1.

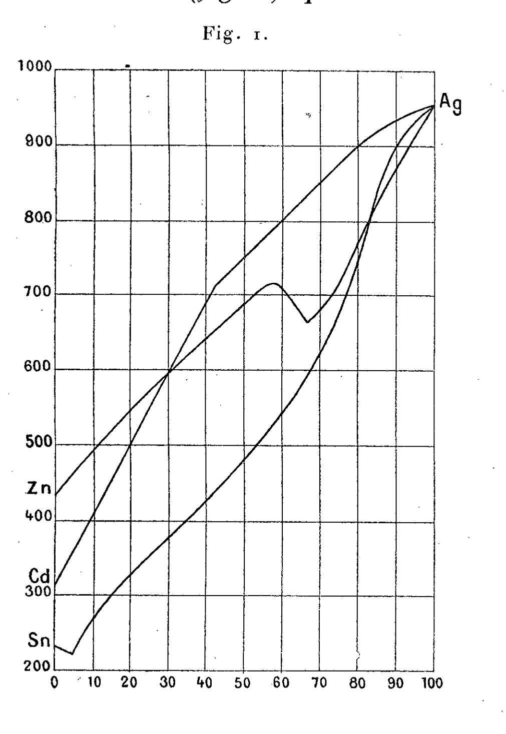
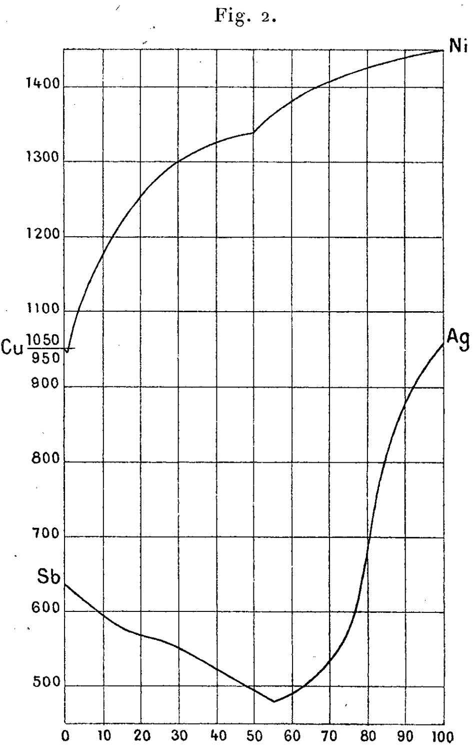


Fig. 2.



pondent aux cas précédemment cités pour les mélanges salins fondus. De

plus, tandis que la dissolution d'une petite quantité d'un métal dans un autre plus fusible abaisse en général la température de solidification de ce dernier, c'est ici l'inverse que l'on observe pour deux d'entre eux : l'addition de petites quantités d'argent, soit à du zinc, soit à du cadmium, élève immédiatement leur température de solidification. De même, les températures de solidification de l'étain et du bismuth se trouvent élevées par l'addition de petites quantités d'antimoine, et le bismuth et l'antimoine sont deux métaux nettement isomorphes. L'élévation immédiate du point de fusion du plus fusible des deux métaux paraît donc se rattacher étroitement aux phénomènes d'isomorphisme dans les alliages.

» Le Tableau suivant est relatif aux températures de solidification de deux autres séries d'alliages : les alliages cuivre-nickel et antimoine-argent.

Cu-Ni.	Température.	Sb-Ag.	Température.
0	1050°	0	632°
0,5	1045	5	613
	1080	10	590
20	1250	25	560
33,33	1310	33,33	540
50	1340	50	495
55,55	1370	55	482
66,66	1400	60	492
100	1450	66,6	525
		75	583
		83,33	750
		90,9	885
		100	954

» Les deux courbes de fusibilité (*fig.* 2), construites d'après ces valeurs numériques, indiquent pour les alliages cuivre-nickel l'existence d'une combinaison qui, d'après la position du maximum sur la branche intermédiaire, doit répondre à la formule Cu Ni. Quant aux alliages antimoine-argent, ils paraissent rentrer dans le cas des alliages où les métaux sont simplement juxtaposés, mais non combinés. »

CHIMIE. — *Sur les sels oxygénés de mercure*. Note de M. **Raoul Varet**.

« La connaissance de l'état sous lequel se trouvent les sulfate et azotate mercuriques, au sein des liqueurs obtenues en dissolvant ces sels dans l'eau

à la faveur d'un excès de leurs acides générateurs, présente un grand intérêt pour la discussion des problèmes de Mécanique chimique relatifs à la dissociation de ces composés par l'eau.

» On peut, en effet, admettre que ces dissolutions renferment un sel mercurique dissous, soit à l'état de sel acide, soit à l'état de sel neutre, ou bien sous forme de sel basique.

» Les déterminations cryoscopiques de M. Raoult (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. II, 1884) et celles de M. Guinchant (*Soc. Chim.*, 1896) montrent que le mercure n'est pas à l'état de sel basique au sein des solutions qui nous occupent; mais elles ne conduisent à aucune conclusion certaine en ce qui concerne l'existence des sels acides. C'est cette question que je me suis proposé de résoudre à l'aide de la Thermochimie.

» On sait, d'après les principes posés par M. Berthelot, que l'effet thermique, qui accompagne la substitution d'un métal à un autre dans une solution saline, est égal à la différence des chaleurs de formation du composé initial et du composé final. Ainsi la quantité de chaleur mise en liberté par la substitution du potassium au mercure, dans l'acétate mercurique, sera égale à la différence des chaleurs de formation de l'acétate de potassium et de l'acétate de mercure, considérés en proportions équivalentes.

» D'autre part, on sait, d'après Andrews, Favre et Silbermann, que la substitution d'un métal à un autre dans une solution saline dégage une quantité de chaleur constante, pour chaque métal, quelle que soit la nature du radical acide qui fait partie du sel.

» M. Berthelot a montré que cette dernière relation ne s'appliquait pas aux sels halogénés de mercure : chlorure, bromure et cyanure. Nous allons voir qu'elle convient rigoureusement aux sels oxygénés mercuriques.

» En effet, on a, d'après M. Berthelot, vers 15° :

$2(\text{K sol.} + \text{C}^2 \text{ dia.} + \text{H}^3 \text{ gaz} + \text{O}^2 \text{ gaz}) + \text{aq} = 2\text{KC}^2\text{H}^3\text{O}^2$ dis. dégage... $+358^{\text{Cal}},0$

$\text{Hg liq.} + 2(\text{C}^2 \text{ dia.} + \text{H}^3 \text{ gaz} + \text{O}^2 \text{ gaz}) + \text{aq} = \text{Hg}(\text{C}^2\text{H}^3\text{O}^2)^2$ dis. dégage.. $+193^{\text{Cal}},1$

» La substitution de deux atomes de potassium à un atome de mercure, dans l'acétate mercurique dissous, dégage donc

$$358^{\text{Cal}},0 - 193^{\text{Cal}},1 = 164^{\text{Cal}},9.$$

» On a également, d'après les expériences de M. Berthelot et d'après les miennes,

$2(\text{K sol} + \text{C}^6 \text{ dia} + \text{H}^2 \text{ gaz} + \text{Az}^3 \text{ g} + 3\text{O}^2 \text{ g} + \text{O g}) + \text{aq}$

$= 2\text{K}[\text{C}^6\text{H}^2(\text{AzO}^2)^3\text{O}]$ dis. dégage.................................. $+203^{\text{Cal}},0$

$\text{Hg liq} + 2(\text{C}^6 \text{ dia} + \text{H}^2 + \text{Az}^3 + 3\text{O}^2 + \text{O}) + \text{aq} = \text{Hg}[\text{C}^6\text{H}^2(\text{AzO}^2)^3\text{O}]$ dis. $+ 38^{\text{Cal}},1$

$$203^{\text{Cal}},0 - 38^{\text{Cal}},1 = 164^{\text{Cal}},9.$$

» Pour l'azotate nous aurons, en sachant que la formation à partir des éléments de 2 molécules d'azotate de potassium dissous dégage $221^{Cal},7$ et que celle de 1 molécule d'azotate mercurique dissous met en liberté $56^{Cal},7$,

$$221^{Cal},7 - 56^{Cal},7 = +165^{Cal},0.$$

» Nous voyons que la substitution du potassium au mercure, dans les acétate, picrate et azotate mercuriques, dégage $+165^{Cal},0$.

» Examinons ce qui se produit dans le cas des sulfates.

» L'acide sulfurique est un acide bibasique, et nous savons, d'après M. Berthelot, que la formation du sel neutre, K^2SO^4, dégage, dans l'état dissous, $337^{Cal},6$.

» Nous savons, d'après le même savant, que la formation du sel acide dissous dans un excès d'acide sulfurique dégage $+335^{Cal},0$.

» D'autre part, j'ai trouvé que la formation du sulfate mercurique dissous dans un excès d'acide dégageait $+170^{Cal},0$.

» Supposons que ce dernier soit, au sein de sa solution, à l'état de sel acide comparable au sel correspondant de potassium. Nous aurons

$$335^{Cal},0 - 170^{Cal},0 = 165^{Cal},0.$$

» Au contraire, dans l'hypothèse du sulfate mercurique dissous à l'état de sel neutre, nous aurions

$$337^{Cal},6 - 170^{Cal},0 = 167^{Cal},6.$$

» Cette dernière valeur l'emporte de $2^{Cal},6$ sur celles que nous avons trouvées pour les autres sels oxygénés de mercure.

» *Conclusions.* — I. Les sels oxygénés de mercure suivent rigoureusement la loi des modules thermochimiques.

» II. L'azotate mercurique est à l'état de sel neutre au sein de ses solutions azotiques.

» III. Le sulfate mercurique dissous dans un excès d'acide sulfurique est à l'état de sel acide absolument comparable aux sels de potassium et de sodium correspondants. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action des combinaisons halogénées du phosphore sur le fer, le nickel et le cobalt.* Note de M. A. **Granger**, présentée par M. Troost.

« Le fer, le nickel et le cobalt sont attaqués quand on les chauffe dans une atmosphère de trifluorure, de trichlorure, de tribromure ou de biiodure de phosphore; le métal entre en combinaison avec l'halogène en même temps qu'il donne naissance à un phosphure. Les réactions ont été étudiées sur les métaux réduits de l'oxyde ou mieux de l'oxalate.

» Au rouge, le fer est attaqué par le trichlorure de phosphore; si l'on a soin de ne pas laisser la température s'élever, on trouve, une fois l'opération terminée, une masse cristallisée, recouverte de chlorure ferreux dont on se débarrasse aisément par des lavages. Le phosphure ainsi préparé se présente sous forme de petits cristaux prismatiques, d'un gris de fer et très brillants. L'analyse leur assigne la formule Fe^4P^3.

» Quand on répète l'expérience avec le nickel, on obtient un phosphure de composition différente; il se forme d'abord au rouge une masse métallique, quelquefois fondue, cristalline, déjà décrite par Pelletier qui l'obtenait par l'action directe du phosphore sur le nickel et répondant à la formule Ni^5P^2. En prolongeant l'action du trichlorure à une température légèrement plus élevée, il se forme de petits cristaux d'un blanc jaunâtre, brillants, qui sont formés de sous-phosphure de nickel Ni^2P.

» Le trichlorure de phosphore ne réagit sur le cobalt qu'au-dessus du rouge, il est nécessaire toutefois de ne pas dépasser le rouge clair; faute d'observer cette précaution, il se forme, aux dépens du tube de terre ou de porcelaine dans lequel on opère, un silicate de cobalt dont l'élimination devient impossible. Dans ces conditions, le cobalt donne, comme le nickel, un sous-phosphure Co^2P, cristallisé en petites aiguilles prismatiques, gris d'acier.

» Il ne m'a pas été possible de reproduire les mêmes corps en faisant agir sur ces métaux le tribromure de phosphore : l'attaque se fait mal, et l'altération des bromures formés, à la température nécessaire pour produire la réaction, ne permet pas de préparer de phosphures de composition définie.

» Le même fait se remarque quand on fait agir sur le cobalt le biiodure de phosphore; au contraire, le sous-phosphure de nickel et le phosphure Fe^4P^3 s'obtiennent facilement en chauffant du nickel ou du fer dans la vapeur d'iodure. Le phosphure de fer ainsi préparé est particulièrement bien cristallisé, la réaction s'effectuant au rouge très sombre.

» Le trifluorure de phosphore au rouge attaque ces métaux, mais le fluorure formé vient souiller le phosphure qui se trouve, en outre, mélangé aux produits provenant de la corrosion de l'appareil; l'étude de la réaction devient alors presque impossible. J'ai pu, néanmoins, obtenir avec le nickel un phosphure assez pur pour être analysé, ce qui m'a permis de constater son identité avec le composé décrit plus haut.

» Le phosphure Fe^4P^3 est difficilement soluble dans l'eau régale; les sous-phosphures de nickel et de cobalt s'y dissolvent, au contraire, aisé-

ment, ainsi que dans l'acide azotique. Ces trois corps, facilement attaquables par le chlore et les alcalis fondus, perdent du phosphore sous l'influence de la chaleur.

» Pour faire l'analyse de ces composés, on dissout les phosphures de nickel et de cobalt dans l'acide azotique, ou bien l'on traite le phosphure de fer par la potasse fondante, additionnée d'azotate de potassium, puis on reprend par l'eau et l'on évapore à sec avec de l'acide sulfurique. Le résidu, dissous dans l'eau, est additionné d'oxalate d'ammonium et la liqueur obtenue est électrolysée. On dose l'acide phosphorique dans la solution, qui a laissé déposer le métal, au moyen de la liqueur magnésienne.

» Les résultats obtenus sont les suivants :

	Calculé pour Fe^4P^3.	Trouvé.
Fer	70,64	71,04
Phosphore	29,36	29,44

	Calculé pour Ni^2P.	Trouvé.
Nickel	79,20	79,09
Phosphore	21,80	20,98

	Calculé pour Co^2P.	Trouvé.
Cobalt	79,20	79,61
Phosphore	21,80	20,43

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons de l'acide iodique avec d'autres acides.* Note de M. **Paul Chrétien**, présentée par M. Troost.

« L'acide iodique se combine avec certains acides, tels que les acides molybdique, métatungstique et phosphorique. Dans cette Note je décrirai seulement un acide phospho-iodique, et je parlerai surtout des combinaisons salines en ce qui concerne les deux autres acides.

» Combinaisons molybdo-iodiques : *Sels de sodium.* — Lorsqu'on fait bouillir, dans 3^{lit} à 4^{lit} d'eau, 100^{gr} d'iodate de sodium avec 70^{gr} d'acide molybdique anhydre, cet acide est, au bout de peu de temps, remplacé par de petits cristaux très brillants qui, vus au microscope, sont formés de fines aiguilles groupées en étoiles; la liqueur filtrée laisse déposer des cristaux identiques. L'analyse montre que c'est un sel de sodium répondant à la formule $I^2O^5, 2MoO^3, Na^2O, H^2O$.

» Ce sel est peu soluble dans l'eau, bien plus soluble dans l'acide nitrique; en solution azotique, il précipite l'acide phosphorique à l'état de phosphomolybdate.

» L'hydrate molybdique jaune $MoO^3, 2H^2O$ [1] est très soluble dans l'iodate de sodium. Si, dans une solution chaude de 100gr de cet iodate, on introduit 150gr d'hydrate molybdique finement pulvérisé, la liqueur cristallise immédiatement tandis qu'un léger excès d'hydrate molybdique reste non transformé. Ces nouveaux cristaux sont des aiguilles plus courtes et moins brillantes que les précédentes. Après dessiccation à l'étuve à 100°, leur composition est représentée, comme le montre l'analyse, par la formule $I^2O^5, 4MoO^3, Na^2O$.

» *Sel de potassium.* — Dans une solution, maintenue bouillante, de 100gr d'iodate de potassium, on introduit peu à peu 60gr d'hydrate molybdique, presque tout se dissout et la liqueur filtrée à chaud laisse aussitôt déposer de petits cristaux qui sont des lamelles brillantes répondant à la formule $I^2O^5, 2MoO^3, K^2O, H^2O$.

» *Sel d'ammonium.* — En opérant comme pour le potassium, on obtient un corps cristallisé répondant à la formule $I^2O^5, 2MoO^3, (AzH^4)^2O, H^2O$.

» *Sel de baryum.* — L'action du chlorure de baryum en proportion calculée sur la solution bouillante d'un sel alcalin, donne un sel de baryum cristallisé en très fines aiguilles, longues et enchevêtrées de telle sorte que ce corps occupe un très grand volume. Il a pour formule $I^2O^5, 2MoO^3, BaO, 2H^2O$.

» *Acide molybdo-iodique.* — On traite par l'acide sulfurique en quantité calculée le sel de baryum en solution azotique. On obtient, après séparation du sulfate de baryum, un liquide qui, évaporé dans le vide, cristallise quand il est réduit à un très petit volume. On obtient ainsi un acide très soluble dans l'eau, dont la formule est $I^2O^5, 2MoO^3, 2H^2O$.

» Combinaisons métatungsto-iodiques. — L'acide tungstique, même récemment préparé, est insoluble dans les iodates et dans l'acide iodique; mais, de même qu'avec l'acide phosphorique, l'acide métatungstique ($4TuO^3$) se combine en plusieurs proportions avec l'acide iodique.

» Lorsqu'à la solution froide d'un iodate on ajoute de l'acide métatungstique, il ne se produit rien tout d'abord; mais bientôt le liquide se trouble et laisse déposer lentement des cristaux microscopiques, peu solubles dans l'eau. Ce sont, suivant les conditions de l'expérience, différents sels ayant pour formule générale

$$I^2O^5, (4TuO^3)^m, M^2O, nH^2O.$$

» *Sel de potassium.* — Si, dans une dissolution étendue et froide de 100gr d'iodate de potassium, l'on verse 350gr d'acide métatungstique, le liquide se trouble bientôt et laisse déposer de tout petits cristaux accolés les uns aux autres. C'est un sel de potassium dont la formule est $2I^2O^5, 4TuO^3, 2K^2O, 8H^2O$.

» Ce sel est analogue aux molybdo-iodates précédemment décrits; je le représente par une formule double parce que c'est une combinaison de l'acide métatungstique et non pas de l'acide tungstique.

» Je décrirai les combinaisons acides et salines de l'acide métatungstique et de l'acide iodique dans un Mémoire plus détaillé.

---

[1] M. Aubin, directeur du laboratoire de la Société des Agriculteurs de France, a mis très obligeamment à ma disposition 1kg de ce produit.

» COMBINAISONS PHOSPHO-IODIQUES. — Lorsqu'on fait bouillir de l'acide phosphorique sirupeux avec un excès d'acide iodique pulvérisé, une grande partie de ce dernier se dissout et bientôt on voit se former à la surface du liquide de longues et fines aiguilles. A ce moment, on décante le liquide clair, que l'on maintient ensuite à une température de 60° environ; peu à peu se développent en tous les points de beaux cristaux prismatiques extrêmement brillants et doués d'un beau reflet nacré que ne possède jamais l'acide iodique. Au bout de douze à quinze heures, on les recueille; essorés entre deux plaques de porcelaine poreuse dans une atmosphère sèche, ils se débarrassent du liquide qui les imprègne. C'est un acide complexe de composition

$$P^2O^5, 18I^2O^5, 4H^2O.$$

A l'air humide, ce composé se détruit rapidement et se transforme en une poudre blanche.

» J'ai obtenu d'autres combinaisons de l'acide iodique tant avec l'acide phosphorique qu'avec quelques autres acides, ainsi que des composés salins; j'en ferai l'objet d'une Communication ultérieure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'ammoniaque sur les paratungstates de potasse ou de soude*. Note de M. **L.-A. Hallopeau**, présentée par M. Troost.

« Par l'action de l'ammoniaque sur les paratungstates alcalins, on obtient des combinaisons cristallisées. Ce sont des paratungstates doubles, ainsi que le prouvent les expériences suivantes.

» *Paratungstate ammoniaco-potassique*. — L'addition d'un grand excès d'ammoniaque dans une dissolution concentrée de paratungstate de potasse

$$12TuO^3, 5K^2O, 11H^2O$$

détermine immédiatement la formation d'un précipité cristallisé. Ces cristaux, peu solubles à froid, se redissolvent facilement dans l'eau chaude, et la solution laisse déposer, par refroidissement et concentration, un sel répondant à la formule

$$12TuO^3, 5[\tfrac{1}{2}(AzH^4)^2O + \tfrac{1}{2}K^2O] + 11H^2O.$$

	Calculé.	Trouvé. I.	II.	III.	IV.	V.
$12TuO^3$	83,18	83,29	83,19	83,13	»	»
$\frac{5}{2}(AzH^4)^2O$ ..	3,88	3,59	3,57	3,52	3,57	3,69
$\frac{5}{2}K^2O$	7,02	7,56	7,61	7,78	»	»
$11H^2O$	5,92	»	»	»	»	»
	100,00					

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie minérale de la Faculté des Sciences.

» Ce sel perd 7 molécules d'eau à 100°, soit pour deux expériences identiques 3,55 pour 100 (théorie 3,76).

» Il se présente au microscope sous forme de lamelles rhomboïdales très minces portant des modifications sur les angles, et rappelant l'aspect des cristaux de paratungstate de potasse et de paratungstate d'ammoniaque prismatique; ces lamelles rhomboïdales agissent fortement sur la lumière polarisée et présentent des extinctions à 27° de l'axe d'allongement.

» Ce corps résulte de l'union molécule à molécule des paratungstates d'ammoniaque et de potasse

$$12TuO^3, 5(AzH^4)^2O + 11H^2O,$$
$$12TuO^3, 5K^2O + 11H^2O,$$

qui cristallisent en prismes tricliniques et sont isomorphes.

» Les deux tungstates acides de potasse et d'ammoniaque, signalés l'un par Margueritte et l'autre par Laurent, n'ont aucune analogie avec le précédent. Le composé que Margueritte désignait sous le nom de *bitungstate de potasse et d'ammoniaque* avait pour formule

$$K^2O, 2TuO^3, (AzH^4)^2O, 2TuO^3 + 6H^2O.$$

» Celui de Laurent présentait une composition encore plus complexe

$$13[12TuO^3, 5K^2O, H^2O + 36Aq]$$
$$+ 7[12TuO^3, 5(AzH^4)^2O, H^2O + 36Aq].$$

» Du reste, Margueritte et Laurent n'ont indiqué ni les modes de préparation et les propriétés de ces tungstates acides, ni les résultats de leurs analyses.

» *Paratungstates ammoniaco-sodiques.* — L'action de l'ammoniaque sur le paratungstate de soude ne conduit pas au même résultat. En versant un grand excès d'ammoniaque dans une dissolution concentrée de paratungstate de soude, on obtient encore immédiatement un abondant précipité cristallisé, se redissolvant facilement dans l'eau chaude; la solution donne par concentration un sel de formule

$$12TuO^3, 4(AzH^4)^2O, Na^2O + 14H^2O.$$

» Ce sont des prismes rhomboïdaux, agissant faiblement sur la lumière polarisée, et présentant des extinctions à 27° de l'axe d'allongement; ils perdent 12 molécules d'eau à 100°. Je n'insisterai pas davantage sur ce corps, signalé déjà par Gibbs, qui l'avait préparé par l'action du phosphate d'ammoniaque sur le paratungstate de soude en présence d'alcool.

» Lorsqu'on verse l'ammoniaque goutte à goutte dans le paratungstate de soude, on constate que chaque goutte d'ammoniaque détermine un précipité, qui disparaît

d'abord par l'agitation. Si l'on arrête l'action de l'ammoniaque au moment où ce précipité ne disparaît plus qu'avec difficulté, et si l'on abandonne la liqueur à elle-même, il s'y forme à la longue une combinaison cristallisée, qui se redissout facilement dans l'eau chaude comme la précédente. La concentration de la solution donne naissance à un nouveau sel de formule

$$12TuO^3, 3(AzH^4)^2O, 2Na^2O + 15H^2O.$$

» Ce sel, qui perd 12 molécules d'eau à 100°, a déjà été obtenu par de Marignac dans la cristallisation d'un mélange des paratungstates de soude et d'ammoniaque. D'après de Marignac, il cristallise en prismes orthorhombiques; j'ai observé que ces cristaux agissent fortement sur la lumière polarisée, et que les extinctions ont lieu à 36° de l'axe d'allongement.

» En faisant cristalliser la combinaison résultant de l'action de l'ammoniaque sur un excès de paratungstate de soude, j'ai constaté aussi la production du tungstate acide

$$16TuO^3, 3(AzH^4)^2O, 3Na^2O + 22H^2O,$$

que j'ai signalé dans une précédente Communication. Ce sont des cristaux prismatiques, agissant sur la lumière polarisée, et présentant des extinctions à 35° de l'axe d'allongement; mais ils n'ont été obtenus que d'une façon accidentelle, et je n'ai pas pu les reproduire à volonté.

» Ces faits sont une nouvelle preuve de la dissemblance qui existe entre les propriétés chimiques des paratungstates de potasse et de soude; j'ai déjà montré que ces corps agissent d'une façon différente sur la zircone gélatineuse, qui se dissout à l'ébullition dans le paratungstate de potasse et est au contraire insoluble dans le paratungstate de soude [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des réducteurs sur les composés nitrosés de l'osmium.* Note de M. L. **Brizard**, présentée par M. Troost.

« J'ai étudié précédemment l'action de certains réducteurs sur les composés du ruthénium nitrosé, et soit en liqueur alcaline, soit en liqueur acide, j'ai obtenu une même série de sels renfermant encore le groupe AzO, et, de plus, de l'hydrogène (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 730).

» J'ai fait agir ces mêmes réducteurs sur les composés nitrosés de

---

[1] Travail du laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.

l'osmium, et j'ai obtenu des résultats tout autres, et qui diffèrent d'ailleurs suivant qu'on opère en liqueur alcaline ou en liqueur acide.

» *En solution alcaline*, l'osmiamate de potassium Os.AzO.O.OK, traité par le formol, donne, au voisinage de l'ébullition, un précipité noir gélatineux, qui se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique en donnant une liqueur verte ; mais l'évaporation de cette solution avec un chlorure alcalin ne donne pas de composé cristallisé ; j'ai constaté seulement que ce corps contient de l'azote; car, réduit dans l'hydrogène, il dégage du gaz ammoniac; de plus, cet azote ne s'y trouve certainement pas à l'état d'azote ammoniacal, d'après les conditions mêmes de la préparation.

» *En liqueur acide*, au contraire, j'ai obtenu un composé très bien cristallisé.

» *Action du chlorure stanneux, en liqueur chlorhydrique.* — Une solution tiède d'osmiamate, additionnée d'une solution chlorhydrique de chlorure stanneux, devient brune, sans dégagement gazeux; évaporée avec un excès de chlorure de potassium, elle laisse déposer une poudre brun marron, formée de petits cristaux brillants agissant énergiquement sur la lumière polarisée.

» L'analyse et les propriétés de ce corps montrent que c'est un composé amidé, et que sa composition doit être représentée par la formule

(I) $$Os.AzH^2.Cl^3, 2KCl.$$

» Les nombres trouvés s'accorderaient aussi bien, il est vrai, avec la formule

(II) $$Os^2(AzH^3)^2Cl^6, 4KCl,$$

qui conduirait à considérer le corps comme un dérivé ammoniacal du sesquichlorure ; cette formule ne diffère, en effet, de la précédente que par 1 atome d'hydrogène en plus pour 1 d'osmium, et le dosage de l'hydrogène n'offre pas une précision suffisante pour permettre de conclure avec certitude; mais l'étude du corps montre nettement que la première formule rend seule compte de toutes ses propriétés.

» Le chlorosmiate amidé de potassium est soluble dans l'eau en donnant une liqueur jaune verdâtre; même à froid, cette solution prend, au bout de quelques jours, une teinte violette et finit par déposer un précipité amorphe de même couleur, mais sans dégager l'odeur caractéristique du peroxyde d'osmium. La présence de l'acide chlorhydrique, ou du chlorure de potassium, augmente la stabilité de cette solution.

» Il est insoluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, l'acétone.

» Il est peu soluble dans une solution concentrée de chlorure de potassium et cette propriété est importante pour la préparation, car elle

permet de séparer rapidement le corps de sa solution aqueuse et de l'avoir très pur; au contraire, les cristaux obtenus par évaporation de la solution ont toujours une teinte brune provenant d'un commencement de décomposition.

» Calciné à l'air, il dégage des fumées de chlorure d'ammonium ainsi que des vapeurs d'acide chlorhydrique et de peroxyde d'osmium.

» La solution, chauffée avec de la potasse, dégage du gaz ammoniac et laisse déposer un précipité noir violacé, qui se dissout dans l'acide chlorhydrique en donnant une liqueur violette incristallisable.

» L'acide chlorhydrique concentré se dissout facilement en donnant une liqueur qui, évaporée à siccité sous l'action de la chaleur, dépose une poudre cristalline rouge, agissant sur la lumière polarisée, très soluble dans l'acide chlorhydrique; c'est un chlorhydrate du chlorosmiate amidé et sa composition est représentée par la formule

$$Os.AzH^2.Cl^3, 2KCl, HCl.$$

» Si l'on reprend ensuite à chaud ce chlorhydrate par l'acide chlorhydrique concentré il est bientôt transformé complètement en chlorosmiate

$$OsCl^4, 2KCl.$$

» Cette transformation en chlorosmiate peut d'ailleurs être effectuée aussi à chaud par l'action d'un courant de gaz chlorhydrique.

» Cette réaction est très importante, car elle permet de décider entre les formules (I) et (II) qui représentent toutes deux les résultats donnés par l'analyse; en effet, la transformation du corps primitif en chlorosmiate par l'acide chlorhydrique seul, qui ne se comprendrait guère avec la formule (II), s'explique au contraire très facilement avec la formule

$$Os.AzH^2.Cl^3, 2KCl.$$

» Ainsi que cette composition permet de le prévoir, le chlorosmiate amidé est un réducteur. Sa solution décolore immédiatement le permanganate de potassium en liqueur acide; en liqueur alcaline, il se forme en même temps un précipité brun marron.

» Avec le chlorure mercurique, il se forme immédiatement, à froid, un précipité gris, qui noircit rapidement.

» Les sels cuivriques sont réduits à l'état de sels cuivreux; la liqueur de Fehling est réduite aussi immédiatement en donnant à chaud le précipité rouge d'oxyde cuivreux.

» L'azotate d'argent ammoniacal donne le précipité gris d'argent caractéristique ([1]). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Fermentation de l'acide urique par les microrganismes*. Note de M. **E. Gérard**.

« Dans une première Note (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1019), j'ai montré que l'acide urique dissous dans une solution de phosphate disodique se décompose en urée et carbonate d'ammoniaque par l'action de certains microrganismes provenant de l'air ambiant. J'ai émis l'hypothèse que le carbonate d'ammoniaque formé était le résultat de l'action secondaire d'un microbe urophage, agissant sur l'urée produite dans le dédoublement de l'acide urique. Cette hypothèse devient une réalité en présence des faits suivants.

» Dans le but d'isoler les différentes productions organisées de cette fermentation de l'acide urique, j'ai fait de nombreux ensemencements fractionnés dans du bouillon de peptone.

» Ce procédé ne m'a pas encore permis d'obtenir des cultures pures des bactéries ou des cocci agissant sur l'acide urique, mais il a eu l'avantage de séparer les microrganismes qui transformaient l'urée en carbonate d'ammoniaque. Je suis donc arrivé à faire fermenter l'acide urique et à obtenir de l'urée sans trace d'ammoniaque. Voici ces expériences :

» Expérience I : 4 *mai*. — Ensemencement, avec une trace des cultures sélectionnées, de la solution suivante :

	gr
Acide urique pur	0,50
Phosphate disodique	3
Eau distillée	500

» 31 *mai*. — Le liquide ne renferme plus d'acide urique. *Pas d'ammoniaque*.

» Le dosage de l'urée a été fait par le procédé que j'ai indiqué ([2]). Cette quantité d'urée est de $0^{gr},364$ correspondant à $0^{gr},206$ d'ammoniaque.

» Expérience II : 4 *mai*. — Ensemencement d'une même solution de $0^{gr},50$ d'acide urique pur et de 3^{gr} de phosphate de soude.

» 4 *juin*. — Le liquide ne renferme plus d'acide urique. *Pas d'ammoniaque*.

» Le dosage de l'urée donne les résultats suivants : urée $0^{gr},3608$ correspondant à

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1021.

0gr,204 d'ammoniaque. Je rappellerai que, en admettant que tout l'azote de la molécule urique ($C^5H^4Az^4O^3$) soit transformé en urée, on a théoriquement 0gr,357 d'urée ou 0gr,203 d'ammoniaque pour les 0gr,50 d'acide urique mis en expérience.

» De ces faits il résulte donc que, par une série de fractionnements dans les cultures, on arrive à se débarrasser des microrganismes urophages qui transformaient ultérieurement l'urée formée en carbonate d'ammoniaque.

» Quand j'ai présenté ma première Note, je n'avais pas eu connaissance d'un Mémoire de MM. F. et L. Sestini [1] sur la fermentation ammoniacale de l'acide urique. Les conditions dans lesquelles ces auteurs ont opéré sont bien différentes des miennes. Estimant que l'acide urique, mis en suspension dans l'eau et exposé à l'air, se conserve sans altération, MM. Sestini ont fait fermenter cet acide par de l'urine putréfiée, et ils ont obtenu du carbonate d'ammoniaque. Cette décomposition se ferait, d'après eux, suivant la réaction suivante :

$$C^5H^4Az^4O^3 + 8H^2O + 3O = 4(AzH^4.HCO^3) + CO^2.$$

» Ils font remarquer que, si l'on interrompt la fermentation, on a de l'urée et du carbonate d'ammoniaque, tandis que, si la fermentation est complète, on a, comme terme ultime, du carbonate d'ammoniaque.

» Mes expériences, au contraire, montrent d'abord que certains microrganismes, existant dans l'air, décomposent l'acide urique en donnant de l'urée et que, de plus, tout l'azote de la molécule urique se retrouve en urée. J'ai pu conserver les fermentations pendant un mois, après la disparition de l'acide urique, *sans qu'il se formât trace d'ammoniaque*. Il est donc bien certain, d'après mes expériences, que l'acide urique, sous l'influence des productions organisées que je n'ai pas encore obtenues à l'état complet de pureté, se décompose en donnant de l'urée, et que c'est à la formation essentielle de ce produit que s'arrête le processus de la fermentation. Si l'on est, de plus, en présence d'un microbe urophage, l'urée s'hydratera, suivant la loi classique, en donnant du carbonate d'ammoniaque.

» Quant à la décomposition de l'acide urique en urée, elle est, à mon avis, le résultat d'une hydratation qui peut s'expliquer par la réaction suivante :

$$C^5H^4Az^4O^3 + 4H^2O = 2(COAz^2H^4) + C^3H^4O^5.$$

---

(1) *Gaz. chimica italiana*, t. XX, p. 133; 1889.

On sait, du reste, que M. Magnier de la Source (¹) a montré que, si l'on fait bouillir pendant longtemps l'acide urique avec de l'eau, on obtient de l'acide dialurique. L'acide dialurique, à son tour, a le pouvoir de s'hydrater facilement en donnant de l'urée et de l'acide tartronique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de soufre sur la pentaérythrite.* Note de M. **J. Bougault**.

« L'action du chlorure de soufre a déjà été étudiée, sur plusieurs alcools polyatomiques, par Carius, qui a signalé comme résultat principal la formation d'éthers chlorhydriques; c'est ainsi qu'il a obtenu, avec le glycol, une monochlorhydrine (²), et avec la glycérine, une dichlorhydrine (³). Les résultats auxquels je suis arrivé montrent que tous les alcools ne se comportent pas d'une façon identique. Je signalerai d'abord, à ce point de vue, la pentaérythrite, alcool tétratomique dont la préparation synthétique est décrite dans un beau Mémoire de MM. Tollens et Wigaud (⁴). Le chlorure de soufre agissant sur ce corps donne à la fois un éther dichlorhydrique et un éther disulfureux neutre.

» J'opère de la façon suivante : 50gr de pentaérythrite finement pulvérisée et 250gr de protochlorure de soufre sont chauffés dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux au bain de sel marin bouillant, c'est-à-dire vers 110°. Il se dégage aussitôt, et en abondance, du gaz chlorhydrique entraînant des vapeurs de chlorure de soufre. Au bout de cinq heures d'ébullition, le dégagement gazeux cesse presque complètement : la pentaérythrite, qui surnageait le chlorure de soufre, a disparu. A ce moment, l'opération peut être considérée comme terminée : ayant prolongé plus longtemps le chauffage, jusqu'à douze et quinze heures, j'ai obtenu des résultats identiques.

» Le ballon contient, après refroidissement, du soufre cristallisé, recouvert de deux couches liquides tenant en suspension d'autres cristaux. Ces cristaux sont l'éther disulfureux neutre de la pentaérythrite. Le liquide supérieur, brunâtre et sirupeux, contient l'éther dichlorhydrique du même alcool, ainsi que du chlorure de soufre et des combinaisons sulfurées non déterminées. Le liquide inférieur, jaune brun, est formé exclusivement de chlorure de soufre en excès.

» *Éther disulfureux de la pentaérythrite :* $C^5H^8 \equiv (SO^3)^2$. — Les cristaux obtenus dans une opération conduite comme il a été dit plus haut sont séparés, égouttés et

(¹) *Bull. Soc. Chim.*, t. XXIII, p. 529.
(²) Carius, *Annalen der Chemie*, t. CXXIV, p. 257.
(³) Carius, *Annalen der Chemie*, t. CXXII, p. 72.
(⁴) *Liebig's Annalen*, t. I, p. 265; 1891.

débarrassés par l'alcool froid du liquide sirupeux qui les imprègne. Ils sont ensuite dissous dans l'alcool bouillant qui, par refroidissement, les abandonne en lamelles cristallines rhomboïdales d'une très grande légèreté.

» L'analyse conduit à la formule indiquée plus haut.

» Le soufre se trouve tout entier dans cet éther à l'état d'acide sulfureux : par saponification à la potasse, il se forme uniquement du sulfite de potasse et la pentaérythrite est régénérée. La formule $(CH^2OH)^2 = C = (CH^2OH)^2$ représentant la pentaérythrite d'après MM. Tollens et Wigaud, le corps en question serait

$$SO^3 = (CH^2)^2 = C = (CH^2)^2 = SO^3,$$

c'est-à-dire un éther disulfureux neutre.

» Il fond à 153°-154° et se sublime sans décomposition. Il est à peu près insoluble dans l'eau froide ($0^{gr},08$, pour 100, à 17°); peu soluble dans l'alcool froid (0,50 pour 100, à 17°) un peu plus soluble dans l'éther, la benzine, le chloroforme; mais il se dissout assez abondamment dans ces mêmes dissolvants à l'ébullition. Il se dissout à chaud dans le chlorure de soufre et précipite par refroidissement.

» Sa réaction est neutre. L'ébullition avec l'eau, maintenue pendant un quart d'heure, ne l'altère pas; mais une trace d'acide (acides chlorhydrique, azotique, sulfurique) le décompose, à froid, au moins en partie. C'est ainsi que, lorsqu'il a gardé une réaction acide, même faible, par suite d'une purification incomplète, il présente, vingt-quatre heures après, une décomposition partielle manifestée par une forte odeur d'acide sulfureux. L'ébullition avec l'acide chlorhydrique dilué, ou l'acide chlorhydrique concentré, le saponifie avec dégagement de gaz sulfureux et régénération de la pentaérythrite. Mais le gaz chlorhydrique sec n'a aucune action sur cet éther, à froid, ni à chaud (155°, c'est-à-dire éther liquéfié).

» *Éther dichlorhydrique de la pentaérythrite* $C^5H^8(OH)^2Cl^2$. — La liqueur sirupeuse qui surnage l'excès de chlorure de soufre est séparée de ce dernier par décantation. On la chauffe vers 100° après addition d'une petite quantité d'eau, qui a pour but de décomposer les corps sulfurés qui l'accompagnent; il se dégage des gaz chlorhydrique et sulfureux. On renouvelle les additions de petites quantités d'eau jusqu'à ce qu'elles ne provoquent plus de dégagement gazeux. Il est bon d'éviter un excès d'eau qui à 100° saponifie en partie la dichlorhydrine. La masse sirupeuse est alors dissoute, après refroidissement, dans de l'éther sec qui sépare une certaine quantité de soufre. L'éther chassé par évaporation à l'air libre abandonne la dichlorhydrine cristallisée.

» Le plus souvent le produit reste en sursaturation. Cela a lieu surtout en présence d'impuretés; on peut éliminer celles-ci, en grande partie, en répétant le chauffage vers 100° avec un peu d'eau et la reprise par l'éther. Enfin, on fait cristalliser à plusieurs reprises dans la benzine, qui dissout moins abondamment la dichlorhydrine.

» L'analyse conduit à la formule

$$C^5H^8(OH)^2Cl^2.$$

» La potasse aqueuse, à l'ébullition longtemps prolongée, enlève tout le chlore à l'état de chlorure et régénère la pentaérythrite. On doit donc admettre que le produit dont il s'agit est l'éther dichlorhydrique de la pentaérythrite. Sa constitution, d'après

la formule admise plus haut pour la pentaérythrite, peut se représenter par

$$(CH^2OH)^2 = C = (CH^2Cl)^2.$$

» M. Wyrouboff a bien voulu se charger de la détermination cristallographique de cet éther; en inscrivant ici quelques-uns de ses résultats, je lui adresse tous mes remercîments. Les cristaux appartiennent au système clinorhombique. Ils sont tantôt allongés suivant l'axe vertical, tantôt aplatis suivant la face o^1.

$$a:b:c = 0,8210:1:0,6338, \qquad \gamma = 84^\circ 4'.$$

» Cette dichlorhydrine fond à 65° et distille dans le vide entre 150° et 155°. Elle est très soluble dans l'alcool et l'éther, soluble aussi dans l'eau, moins soluble dans la benzine et le chloroforme, insoluble dans le sulfure de carbone.

» La réaction qui donne naissance à ces deux éthers semble devoir s'exprimer par la formule

$$C^5H^8(OH)^4 + 4S^2Cl^2 = 6S + 6HCl + C^5H^8(OH)^2Cl^2 + C^5H^8(SO^3)^2.$$

» En effet, en premier lieu, le dégagement gazeux est formé entièrement d'acide chlorhydrique, sans gaz sulfureux, avec seulement de petites quantités de vapeur de chlorure de soufre entraînées. En second lieu, il y a dépôt de soufre. En troisième lieu, la formation des deux éthers est simultanée : la dichlorhydrine ne provient pas de la décomposition de l'éther sulfureux formé d'abord; car, ayant chauffé pendant une heure à 110° 40^{gr} de chlorure de soufre avec 4^{gr} d'éther sulfureux, j'ai constaté que ce dernier s'est simplement dissous et a cristallisé par refroidissement. Enfin, des essais quantitatifs, portant sur l'acide chlorhydrique dégagé et le soufre mis en liberté, ont donné des résultats indiquant cette formule comme la plus probable (1). »

CHIMIE. — *Sur la détermination du point de congélation des solutions aqueuses étendues.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Friedel.

« En 1892, après avoir établi les lois cryoscopiques qui portent son nom, M. Raoult jugeait nécessaire de modifier son appareil cryoscopique afin d'obtenir plus de précision dans les mesures et d'éviter complètement les erreurs systématiques. Les résultats qu'il publiait ensuite sur les solu-

(1) Ce travail a été fait à l'École supérieure de Pharmacie, au laboratoire de M. Jungfleisch.

tions sucrées, comparés à ceux qu'il avait obtenus antérieurement, montrent jusqu'à quel point ces résultats dépendent du mode opératoire et même de l'appareil employé.

» Dans un Travail récent ([1]), j'exprimais l'opinion que les nouveaux résultats donnés par M. Raoult étaient encore obtenus de manière à laisser une erreur systématique : la température maximum obtenue par la congélation n'étant pas la température de congélation véritable. Dans sa Note du 8 juin dernier, M. Raoult justifie d'abord complètement ces critiques.

» Il indique ensuite une méthode pour déterminer le point de congélation véritable d'une solution. Il montre que, dans les mêmes conditions opératoires (de rayonnement par exemple), et pour une série de solutions d'un même corps, la différence entre l'abaissement apparent et l'abaissement réel est proportionnel à cet abaissement.

» J'avais, au contraire, émis l'opinion que, dans ces conditions (je n'ai pas envisagé de cryoscope particulier), cette différence devait avoir, pour les solutions étendues, une valeur relative de plus en plus importante par rapport à l'abaissement, lorsque l'abaissement ou la concentration tendait vers zéro (Thèse, p. 41).

» Je désire présenter quelques remarques à ce sujet :

» 1° On est d'accord pour définir le point de congélation d'une solution, la température à laquelle la glace est en équilibre de fusion avec la solution, sous une pression donnée.

» Dans la méthode que j'ai employée, on réalise d'une manière très approchée un tel équilibre quand, par l'emploi d'un réfrigérant à température invariable, et par une agitation régulière, on amène le mélange de glace et de solution à un régime permanent, c'est-à-dire à une température invariable. Plus l'agitation est faible, plus on se rapproche des conditions théoriques.

» On conçoit qu'on puisse aussi obtenir le point de congélation en réalisant successivement des conditions expérimentales convergeant vers les précédentes.

» Or, la température de convergence t_0, donnée par M. Raoult, correspond à une vitesse de refroidissement nulle de la solution originelle, ou, si l'on veut, à un régime permanent établi avec cette solution en surfusion et le réfrigérant. Elle devrait plutôt correspondre à un régime permanent établi avec la solution congelée et le réfrigérant.

([1]) *Recherches sur la congélation des solutions aqueuses étendues*, p. 51 (Thèse de Doctorat); mars 1896.

» A cause de la grande vitesse de l'agitateur et d'un frottement moins intense dans la solution en surfusion que dans la solution congelée, je pense qu'un régime permanent dans le premier cas correspond à un réchauffement dans le second et que, par suite, t_0 comporte une erreur systématique.

» 2° M. Raoult trouve que l'écart $t_0 - t_1$ est proportionnel à la concentration (s), toutes choses égales d'ailleurs, c'est-à-dire pour une même vitesse de refroidissement v_1. On a

$$t_0 - t_1 = Bs, \qquad v_1 = R = K(t_0 - t_1),$$

d'où

$$v_1 = KBs.$$

» K serait en raison inverse de s, relation discutable;

» K serait infini, pour $s = 0$; cela n'est pas en réalité, et cette conséquence est peut-être en rapport avec la remarque faite précédemment.

» 3° M. Raoult admet que l'abaissement est proportionnel à la concentration; cette règle empirique ne peut être appliquée à un grand nombre de solutions étendues, celles de $BaCl^2$, H^2SO^4, $Pb(AzO^3)^2$ par exemple; car, pour des abaissements inférieurs à 1°, le coefficient d'abaissement subit des variations très grandes.

» 4° D'après les deux remarques précédentes, la relation

$$t_0 - t_1 = qC_0,$$

C_0 étant l'abaissement vrai, n'est pas justifiée, ainsi que ses conséquences.

» 5° Si l'on représente la vitesse de réchauffement d'une solution en congélation par

$$[K - \varphi(s)](t_0 - t_1),$$

K correspondant à l'eau pure, $\varphi(s)$ étant une fonction de la concentration nulle pour $s = 0$ et croissant avec s ou t_0; v_1 étant la vitesse de refroidissement de la solution congelée à t_1, on a

$$t_0 - t_1 = v_1 : [K - \varphi(s)],$$
$$(t_0 - t_1) : t_0 = v_1 : [t_0 K - t_0 \varphi(s)].$$

Si v_1 et K sont des quantités finies et constantes et si t_0 décroît depuis une certaine valeur jusqu'à zéro, $(t_0 - t_1) : t_0$ croît, au contraire, jusqu'à l'infini.

» Ceci concorde avec l'opinion que j'ai rappelée précédemment. Les

faits, d'ailleurs, en fournissent une vérification : M. Raoult a trouvé autrefois que, de -1° à 0°, la courbe des coefficients d'abaissement tendait à devenir tangente à l'axe des ordonnées. Ses nouveaux résultats sur les solutions sucrées montrent encore un accroissement du coefficient d'abaissement de $-0^\circ,4$ à 0°, contrairement aux résultats de Pickering, Loomis, Nernst et Abegg, et à ceux que j'ai obtenus.

» On peut diminuer $(t_0 - t_1)$ en accroissant $K - \varphi(s)$: par une plus grande surfusion, mais la correction devient importante; ou par une plus grande agitation, mais on peut craindre une erreur systématique résultante. Il vaut mieux expérimenter avec $v_1 = 0$, puisque cela est possible; on a alors le vrai point de congélation [1]. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Dosage de l'alcool éthylique dans le sang après l'injection directe dans les veines ou après l'introduction des vapeurs alcooliques dans les poumons.* Note de M. **N. Gréhant** [2].

« Avant de commencer de nouvelles recherches physiologiques sur un sujet qui a été l'objet d'un grand nombre de travaux, il était nécessaire d'établir un procédé de dosage de l'alcool, plus exact et plus sensible que la mesure de la densité des liquides obtenus du sang par distillation dont je me suis servi dans un précédent Travail, publié dans les *Comptes rendus* (1895). J'ai demandé à M. Nicloux de modifier le procédé au bichromate, et d'essayer de le rendre quantitatif; grâce à ce procédé modifié, j'ai pu entreprendre une série de recherches comparatives dont j'ai l'honneur de communiquer les premiers résultats.

» L'expérience m'a montré qu'il est possible d'injecter avec une grande lenteur, dans la veine jugulaire d'un chien, de l'alcool dilué à 25 pour 100, renfermant 1 poids d'alcool absolu égal à $\frac{1}{25}$ du poids du sang. Quelquefois, l'animal meurt; mais, le plus souvent, il survit; on se trouve donc dans le voisinage de la dose toxique de l'alcool dans le sang.

» *Première expérience.* — Chez un chien du poids de $12^{kg},3$ ayant $\frac{1}{13}$ ou 946^{gr} de sang (mesure de la quantité de sang par la méthode de Gréhant et Quinquaud), j'ai injecté $\frac{946}{25}$ en poids, ou $\frac{946}{25 \times 0,8} = 47^{cc},3$ en volume d'alcool absolu qui a été dilué

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.

(2) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

de manière à donner 189^{cc},2 d'alcool à 25 pour 100; l'injection dans la veine jugulaire a duré une demi-heure. Si l'alcool injecté restait fixé dans le sang, 100^{cc} de ce liquide devraient contenir $\frac{47,3}{9,46}$ =4^{cc},9 d'alcool absolu; or, l'expérience montre que, une demi-heure après la fin de l'injection, 100^{cc} de sang ne contiennent que 0^{cc},72 d'alcool absolu, ou environ sept fois moins; l'alcool est passé dans la lymphe et il a été fixé par les tissus.

» On a pris d'heure en heure 20^{cc},3 de sang, qui ont été injectés dans un appareil distillatoire uni à une pompe à mercure; dans le liquide distillé, on a dosé l'alcool. Les résultats suivants ont été obtenus :

			Alcool dans 100^{cc} de sang.
			cc
$\frac{1}{2}$ heure après la fin de l'injection		....	0,72
$1^{h}\frac{1}{2}$	»	»	0,54
$2^{h}\frac{1}{2}$	»	»	0,45
$17^{h}\frac{1}{2}$	»	»	0,15

» *Deuxième expérience.* — Dans une expérience faite sur un autre chien, dans les mêmes conditions, on n'a dosé l'alcool que longtemps après la fin de l'injection :

			Alcool.
			cc
15 heures après la fin de l'injection		....	0,2
$21^{h}20^{m}$	»	»	0,05
$23^{h}20^{m}$	»	»	0

» Il faut donc vingt-trois heures pour que l'alcool ait complètement disparu du sang par élimination pulmonaire, par évaporation cutanée, par excrétion urinaire ou par combustion.

» *Troisième expérience.* — En dehors de l'appareil digestif, il y a un autre moyen de faire pénétrer l'alcool dans le sang : c'est par l'appareil respiratoire.

» Je fixe, sur la tête d'un chien, une muselière de caoutchouc, munie d'un tube en T, qui communique avec deux barboteurs de Cloëz, renfermant de l'alcool à 91° à la température de 22°, soupapes d'inspiration et avec un autre barboteur à eau servant à l'expiration. L'animal respire de l'air chargé de vapeur d'alcool :

			Alcool dans 100^{cc} de sang.
			cc
2 heures après on trouve		....	0, 1
3	»	»	0,23
4	»	»	0,31
5	»	»	0,46
6	»	»	0,50

» L'animal détaché paraît très malade, mais il revient pendant la nuit à l'état normal.

» On voit que par ce moyen on arrive, au bout de six heures, à introduire dans le sang une quantité d'alcool presque égale à celle que j'ai trouvée après l'injection directe, faite dans une veine, d'une dose voisine de la dose toxique.

» Mes expériences permettent d'expliquer la durée des accidents si connus produits par l'ingestion de l'alcool et ceux qui ont été occasionnés par un long séjour des ouvriers dans une atmosphère chargée de vapeurs alcooliques. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Action coagulante du liquide prostatique sur le contenu des vésicules séminales.* Note de MM. **L. Camus** et **E. Gley**, présentée par M. Bouchard.

« Le contenu des vésicules séminales du cobaye constitue une masse très molle, presque semi-liquide, claire, transparente, offrant l'aspect de colle; sa réaction est neutre. Il y a quelques années, Landwehr (1) en a donné une analyse assez détaillée; nous avons vérifié les principaux faits qu'il a signalés; on verra cependant plus loin pour quelles raisons nous ne pensons pas que la principale substance de ce contenu soit du fibrinogène.

» C'est cette masse qui sort coagulée du canal de l'urètre ou qui se coagule très rapidement après avoir été expulsée, quand on excite sur le cobaye le nerf éjaculateur; c'est elle aussi qui, dans le coït, fournit la matière du *bouchon vaginal* chez les Rongeurs (2).

» Mais en quoi consiste cette coagulation? Elle n'est pas due à l'action du sperme proprement dit. On peut, sur l'animal vivant, lier les canaux déférents le plus près possible des vésicules séminales, puis exciter le nerf éjaculateur, et la coagulation dont il s'agit ne s'en produit pas moins.

» C'est sous l'influence du liquide d'une glande annexe, également très importante chez les Rongeurs, la prostate, que se coagule le contenu vésiculaire. Une gouttelette de liquide prostatique, mélangée à une portion de ce contenu, en détermine instantanément la coagulation; le coagulum prend très vite une teinte blanche, cireuse, et devient analogue à de la bougie.

---

(1) H. A. Landwehr, *Ueber den Eiweisskörper (fibrinogene Substanz) der Vesicula seminalis der Meerschweinchen* (*Archiv f. die ges. Physiol.*, XXIII, p. 538-541; 1880).

(2) Voyez particulièrement F. Lataste, *Matière du bouchon vaginal des Rongeurs Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 8 déc. 1888, p. 817).

» Ce liquide prostatique, qu'il est facile de recueillir en l'aspirant simplement des culs-de-sac glandulaires au moyen d'une fine pipette de verre enfoncée en plein tissu, est clair, limpide, de réaction neutre, tout à fait fluide. Chauffé de 65° à 69°, il se coagule, mais conserve néanmoins son action spéciale sur le contenu des vésicules. Chauffé à 70° pendant quinze minutes, il perd tout son pouvoir.

» Il s'agit ici d'une coagulation spéciale. Ni la présure, ni le fibrinferment ne la provoquent; ni les oxalates, ni la peptone, ni l'extrait de sangsues ne l'empêchent. Inversement, le liquide prostatique n'a d'action coagulante ni sur le sang, ni sur le lait. C'est donc bien, ce semble, un nouvel agent coagulant, à action spécifique, comme celle des autres ferments de ce genre.

» Le liquide prostatique d'autres Rongeurs, le Rat, la Souris, a la même action sur le contenu des vésicules séminales de ces animaux ou sur celui du Cobaye; réciproquement, le liquide du Cobaye coagule le contenu des vésicules du Rat. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'influence de la lécithine sur la croissance des animaux à sang chaud.* Note de M. **B. Danilewsky**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai indiqué que la lécithine accélère notablement la croissance des têtards de grenouille. Dans la Communication actuelle je citerai des faits analogues concernant *les animaux à sang chaud.*

» Les observations principales concernent la croissance de chiens jeunes (5 séries). Il y a aussi une série sur les poussins. La lécithine, autant que possible pure et d'une réaction neutre, gonflée dans l'eau ou dans la solution 0,6-0,7 pour 100 NaCl, devient comme une émulsion. Ce liquide était injecté sous la peau ou dans la cavité du ventre, ou administré par la bouche le matin à jeun. Les doses, dans l'intervalle de 3 à 5 jours, étaient à peu près de 0,005 à $0^{gr},01$ pour les poussins et de 0,02 à $0^{gr},05$ pour les chiens jeunes. Quand la lécithine était administrée par la voie digestive, j'employais une dose doublée ou même triplée.

» 1. *Expérience sur les poussins.* — Œufs éclos le 7 août 1895. J'ai commencé à

([1]) Voir *Comptes rendus,* 30 décembre 1895.

leur donner de la lécithine *per os* le 14 août 1895. Voici les poids du corps en grammes :

Dates des pesées :	26.VIII.	2.IX.	8.IX.	16.IX.	25.IX.	2.X.	9.IX.	14.X.	21.X.	27.X.	1.XI.	11.XI.	21.XI.	23.XI.	5.XII.
N° 1. Le poussin lécithinique..	97	123	134	157	186	239	325	360	400	480	515	575	655	735	785
N° 2 } normaux	101	135	157	184	200	245	308	340	412	475	485	595	645	715	746
N° 3 } normaux	98	131	164	182	202	245	315	324	349	440	465	557	590	690	»

Ces chiffres prouvent que le poussin lécithinique a, non seulement atteint au bout de deux mois le poids des poussins de contrôle, mais même l'a surpassé un peu.

» 2. *Expérience sur trois petits chiens, mâles, de la même portée, nés le* 27 *septembre* 1895. — Le chien A a reçu la lécithine tout le temps *per os* et seulement le 13 octobre sous la peau et le 2 novembre dans la cavité du ventre. Le chien B a reçu la lécithine *per os* du 2 octobre jusqu'au 27 octobre, et ensuite rien.

Dates des pesées :	28.IX.	2.X.	9.X.	15.X.	24.X.	30.X.	2.XI.	8.XI.	13.XI.
A. Lécithine	238	330	535	652	655	747	840	1065	1315
B. Lécithine	268	334	535	665	640	704	755	802	1060
C. (De contrôle)	264	»	493	604	590	638	655	765	880

» A la fin du mois d'octobre il commença à geler; les petits chiens sont placés dans un endroit froid; la chienne-mère les évite souvent et les nourrit mal. Les petits chiens sont indolents et maigrissent. Le chien A mange peu, il est souffrant, il a un abcès sur le ventre à l'endroit de l'injection. Le pesage, le 21 novembre, a donné les poids suivants :

A : 1295, B : 1065, C : 45.

» Ainsi, malgré la maladie visible, avec une température élevée, le chien A garde le poids maximum comparé à B et C. Le chien B, tant qu'il recevait de la lécithine, a crû parallèlement avec A; mais ensuite, à partir du 30 octobre, il est resté fort en arrière.

» 3. *Expérience sur deux autres petits chiens* D *et* E, *de la même mère, nés le* 16 *août* 1895. — Dans cette série, j'ai choisi pour la lécithine la petite femelle D, dont le poids primitif était plus bas que celui du sujet de contrôle (E mâle); néanmoins, grâce aux injections sous-cutanées de la lécithine, la femelle a surpassé ce dernier. Du 9 au 19 septembre, le chien D n'a pas reçu de lécithine.

Dates des pesées :	25.VIII.	28.VIII.	4.IX.	8.IX.	12.IX.	16.IX.	22.IX.	28.IX.	4.X.	23.X.	30.X.
D (lécithinique)	495	558	811	1095	1355	1580	1980	2470	2925	3585	4080
E (de contrôle)	560	795	1218	1465	1795	1316	//	2580	3195	3225	3630

» 4. *Expérience sur les petits chiens* F (*mâle*) *et* G (*femelle*), *de la même mère, nés le* 9 *juin* 1895. — Les injections de la lécithine, sous-cutanées et dans la cavité du ventre, au chien F, ont été commencées le 21 juin. Au bout de quelques semaines, on voyait déjà clairement que le chien F lécithinique croissait plus rapidement et était, en général, plus vif et plus gai que le sujet de contrôle G.

Dates des pesées :	21.VI.	20.VI.	7.VII.	18.VII.	25.VII.	31.VII.	11.VIII.	21.VIII.	26.VIII.	2.IX.	6.IX.	19.IX.	28.IX
F (lécithinique)	746	829	948	1065	1233	1417	1711	1824	2084	2575	2910	3450	4085
G (de contrôle)	679	778	835	1030	1120	1230	1481	1564	1850	1955	2307	2680	2965

» Le chien F est beaucoup plus gros et plus fort, son poil est plus doux, plus épais, plus brillant que celui de G.

» 5. *Expérience sur les chiens* H (*femelle*), J (*mâle*), K (*femelle*) *et* L (*mâle*) *de la même mère, venus au monde le* 16 *juin* 1895. — J'ai commencé à donner aux chiens H et J la lécithine, sous la peau et dans la cavité du ventre, le 21 juin.

Dates des pesées :		21.VI.	25.VI.	1.VII.	7.VII.	19.VII.	25.VII.	11.VIII.	21.VIII.	26.VIII.	2.IX.	6.IX.	15.IX.	22.IX.	28.IX.	2.X.	11.X.	18.X.
H	lécithin..	495	614	701	842	1208	1655	2616	3082	3714	4131	4727	5625	6080	6850	7115	7300	7450
J	lécithin..	484	642	785	952	1341	1713	2735	3315	4018	4895	5715	5745	7400	8005	8440	9500	11170
K	de contr.	459	578	692	862	1185	1514	2340	2818	3210	3750	4420	5047	5570	6150	6625	7330	7420
L	de contr.	487	677	814	936	1285	1579	2479	2850	3295	3670	4085	5030	5660	//	6720	6900	6820

» Déjà, dans la première quinzaine d'août, on voyait une différence fort prononcée entre les chiens lécithiniques et ceux de contrôle : les premiers étaient plus grands, plus vifs, plus gais, le poil était visiblement plus épais, plus doux, plus soyeux. Mais, vers le 22 août, le chien H est tombé malade; une des injections dans la cavité du ventre n'avait pas réussi : il s'était formé un abcès avec péritonite. Le chien H était devenu triste, indolent, mangeait peu, maigrissait et présentait une température plus élevée; à partir du 19 septembre, il reçoit la lécithine *per os*. L'état maladif du chien H continua à peu près jusqu'à la fin des observations de cette série, et malgré cela ce chien H, par son poids, dépassait encore les sujets normaux K et L au mois d'octobre (le 2).

» 6. *Expérience sur les chiens* M *et* N (*mâles*), *de la même mère, nés le* 15 *janvier* 1896. — Pour faire les injections de lécithine, tantôt *per os*, tantôt *sous-cutanées* (31 janvier), j'ai choisi le chien M, le plus petit et qui paraissait le plus faible.

Dates des pesées :	25.I.	31.II.	7.I.	12.II.	21.II.	3.III.	11.III.	20.III.	26.III.	2.IV.	9.IV.	16.IV.	27.IV.	6.V.	10.V.	17.IV.
M (lécithine)........	670	880	1225	1505	1950	2585	3130	3605	3906	4280	4770	5155	5205	5685	5940	6570
N (de contrôle)......	720	945	1255	1415	1875	2425	2950	3438	3775	4095	4765	5090	//	5600	5630	5930

» Au commencement, le chien (N) de contrôle était plus fort et plus gai que l'autre; mais déjà au mois de mars c'était le contraire : M prend le dessus et attaque le chien N. Au commencement d'avril, à la suite d'une injection de lécithine dans la cavité du ventre, mal réussie, le chien M tombe malade (abcès, température élevée, manque d'appétit); il est triste, indolent et est devenu beaucoup plus faible. L'injection de lécithine est suspendue jusqu'au 20 avril. Malgré la maladie, le poids du corps du chien M est plus élevé ou le même que celui du chien N, mais pas moindre. Après le 20 avril, le chien M commença à se rétablir, et à la moitié de mai il avait beaucoup surpassé en poids le sujet de contrôle N, et était aussi redevenu plus gai, plus vigoureux, avec un poil plus doux, plus épais, plus brillant que celui de N.

» Les chiffres indiqués plus haut prouvent que l'injection de la lécithine en petites quantités dans l'organisme des animaux à sang chaud donne *une sensible augmention de poids du corps dans la période de croissance*. Nous pouvons considérer cette augmentation comme une accélération de la croissance, c'est-à-dire une *accélération des processus bioplastiques morphogènes*. Les choses se passent comme avec les têtards de grenouille et le

cresson ([1]). Cette influence stimulante se trouve sans doute en connexion avec *l'amélioration* du sang qui est produite par l'injection de la lécithine chez les chiens (*loc. cit.*), augmentation des érythrocytes et de l'hémo-globine (d'après les recherches de mon laboratoire) ([2]).

» Je crois nécessaire d'indiquer une particularité des chiens injectés de lécithine, intéressante au point de vue physiologique et, peut-être, thérapeutique. Presque tous ces chiens étaient plus vifs, plus agités et plus forts que les sujets de contrôle. La précocité du développement psychique était surtout fort prononcée chez les chiens F, H, J et M lorsqu'ils étaient en parfaite santé. Une pareille influence de la lécithine ne s'explique pas seulement par une augmentation probable de la masse du sang et par une amélioration dans sa composition, mais, selon toute probabilité, par une action immédiate sur le cerveau qui se développe. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'apodème dorsal des Aranéides*. Note de M. **Causard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La face dorsale du céphalothorax des Araignées présente souvent une dépression bien marquée, située plus près du bord postérieur que du bord antérieur, et qui est parfois utilisée dans la classification. Sa position est en rapport avec celle de la partie du tube digestif connue sous le nom de *jabot aspirateur*. A cette dépression correspond intérieurement une lame verticale que M. Schneider a désignée sous les noms de *carène dorsale* et d'*apophyse carénale*, et que je préfère nommer l'*apodème dorsal*. Le développement de cette lame apodémique et la grandeur de la dépression qui lui correspond sont très variables. Presque toujours, cette lame verticale est antéro-postérieure. Elle est constituée par un enfoncement des téguments et formée, par conséquent, de deux lames qui se soudent plus ou moins. Le plus souvent (*Agelenidæ, Drassidæ*, etc.) cette dépression est largement ouverte, et la section transversale de l'apodème dorsal a la forme d'un V s'enfonçant plus ou moins profondément, dont les deux branches seraient *accolées* dans leur partie inférieure, mais soudées seulement à leur extrémité. Dans la famille des *Clubionidæ* (*Olios, Chiracanthium*), la

---

([1]) *Voir* Jul. Stoklasa, *Die Assimilation des Lecithins durch die Pflanze* (*Sitz. ber. d. k., k. Akademie in Wien*. Bd. CIV, Abth. 1. Juli. 1895).

([2]) *Voir* mon article : *Ueber die blutbildende Eigenschaft der Milz und des Knochenmarks* (*Pflüger's Archiv. f. die ges. Physiologie*, 1895, p. 271).

dépression est réduite à une fente linéaire, antéro-postérieure, mais l'apodème dorsal a toujours la constitution indiquée plus haut, et n'atteint pas un grand développement.

» Dans tous ces cas, à cet apodème est fixée l'extrémité supérieure du double muscle *dilatateur supérieur du jabot,* qui en occupe toute la longueur. De part et d'autre de la base de l'apodème, se fixent deux muscles qui, allant de la face dorsale à la lame aponévrotique qui est au-dessous de l'estomac, ont été nommés par M. Schneider les *dorso-thalamiens*.

» La disposition de ces parties est un peu différente dans la famille des *Lycosidæ*. La dépression dorsale est, comme chez les *Clubionidæ,* réduite à une fente linéaire assez courte, mais l'apodème beaucoup plus développé, presque rectangulaire, descend profondément, presque jusqu'à la face supérieure du jabot. Il est bien encore formé de deux lames accolées, mais qui, dans leur tiers inférieur se soudent de manière à former une lame unique, translucide. Les insertions musculaires offrent aussi une disposition spéciale. Le *dilatateur supérieur du jabot* est divisé en deux parties; il comprend d'abord des fibres courtes qui vont du jabot au bord inférieur de l'apodème, puis d'autres plus longues, qui, placées en avant de cet apodème, vont du jabot aux téguments dorsaux en formant un faisceau assez volumineux. Parfois, à la partie postérieure de la carène, se trouve un second faisceau semblable, mais beaucoup plus petit.

» Chez les *Dysderidæ*, l'apodème n'existe pas, et les muscles s'insèrent sur la paroi dorsale. A l'extérieur, on remarque chez les *Segestria* une ligne antéro-postérieure légèrement enfoncée, tandis que les *Dysdera* n'ont généralement pas trace de fossette dorsale.

» Chez la *Clotho Durandi* Walck., il n'existe qu'un léger enfoncement transverse, sans apodème. Les *Thomisidæ* ne possèdent ni dépression ni apodème; les muscles indiqués précédemment s'insèrent directement sur les téguments dorsaux, mais sont reportés beaucoup plus en arrière que dans les autres types. Les *Attidæ* présentent une dépression longitudinale, bien faible lorsqu'elle existe, mais située immédiatement en arrière du champ oculaire. Il lui correspond intérieurement un apodème de faibles dimensions sur lequel s'insère la partie la plus antérieure du *dilatateur supérieur* du jabot. Le reste de ce muscle se fixe à la paroi dorsale. Les relations sont donc inverses de ce qu'elles sont chez les *Lycosidæ*.

» Chez les *Epeiridæ,* la dépression dorsale est bien marquée, mais assez peu profonde, et elle présente deux branches transversales courtes. On ne trouve pas d'apodème; mais les téguments sont seulement un peu épaissis

aux endroits correspondant aux enfoncements. Ces épaississements forment, par conséquent, une légère crête ayant la forme d'une croix dont la grande branche est longitudinale.

» Dans la famille des *Pholcidæ,* l'enfoncement est profond et placé très en avant; longitudinal chez *Pholcus,* il est transversal, ainsi que l'apodème, chez *Holocnemus.*

» Quant à la famille des *Theraphosæ,* je n'ai pu en examiner que deux types : *Nemesia cœmentaria* Latr., et *Amblyocarenum Walckenaëri* Lucas, que je dois à la libéralité de M. Eug. Simon. Dans ces deux types, la dépression a la forme d'une fente transversale, légèrement courbée, à concavité postérieure dans la première forme, à concavité antérieure dans la seconde. L'apodème, formé encore de deux lames accolées, est aussi transversal et s'enfonce profondément. Par son bord inférieur et la partie inférieure de sa face postérieure, il donne insertion au *dilatateur supérieur* du jabot. Sur sa face antérieure s'insère une très faible partie de l'élévateur du pharynx. De chaque côté de ce dernier est un muscle aplati transversalement et qui, s'insérant par sa partie postérieure élargie sur l'apodème dorsal, se fixe antérieurement à la partie supérieure de la chélicère correspondante, qu'il sert à élever. Cette disposition ne se rencontre pas chez les Dipneumones. Le reste de l'apodème sert à l'insertion d'une partie des muscles moteurs des appendices. Je n'ai pu vérifier la disposition de l'apodème chez les grandes Mygales américaines, n'ayant eu à ma disposition qu'un exemplaire desséché d'une *Euripelma* du Brésil, dans lequel la dépression était aussi transversale. M. Émile Blanchard, dans son *Organisation du règne animal,* ne parle pas de l'apodème dorsal de la *Mygale Blondii;* mais la disposition des muscles qu'il a représentée dans la *fig.* 3 de sa Pl. 12 bis semble indiquer que, dans cette forme aussi, l'apodème est transversal. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contagiosité et prophylaxie de la maladie tuberculeuse de la Vigne* [1]. Note de M. **Fernand Lataste**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le 10 février dernier, on me remettait une provision de tumeurs de la Vigne, provenant de Quilicura, environs de Santiago, la plupart jeunes

[1] Voir la synonymie de cette maladie dans Viala, *Les maladies de la Vigne*, art. *Broussius*, p. 441 (2e édit., Montpellier et Paris, 1887).

et en voie de développement, et habitées par une quantité de *Dactylopius* de tous les âges. Je pensai que cette Cochenille, qui passe alternativement, comme mes observations me l'ont appris, des racines de la Vigne à ses parties aériennes et inversement, pourrait être un agent de dissémination de la maladie, et je tentai l'expérience suivante, pour vérifier la contagiosité de celle-ci.

» Dans la cour de ma maison, j'ai quatre ceps de vigne en pots, âgés de deux ans, primitivement destinés à l'étude du *Margarodes vitium* Giard. A chacun d'eux, à quelques centimètres au-dessus du sol, j'enlevai quelques millimètres carrés d'écorce, et, sur la plaie ainsi produite, j'appliquai une tranche fraîche de tumeur jeune, la maintenant en place à l'aide d'une petite bande d'étoffe.

» Or, déjà depuis environ un mois, deux des quatre ceps montraient extérieusement des traces évidentes d'infestation, et, ces jours-ci (4 mai 1896), en déchaussant les deux autres, j'ai constaté qu'ils n'étaient pas plus indemnes que les premiers.

» Sur un seul cep, la tumeur s'est développée au lieu même de l'inoculation, celle-ci ayant été pratiquée au niveau de l'origine des racines supérieures. C'est en ce dernier point, évidemment lieu d'élection, que se sont développées aussi les tumeurs des trois autres ceps, inoculés quelques centimètres plus haut. Il est d'ailleurs à remarquer que la principale saillie de la tumeur se montre toujours exactement au-dessus du point d'inoculation.

» Voici, en quelques mots, l'aspect présenté par chaque ceps au point malade.

» *Cep* 1. — La tumeur est subsphérique, un peu déprimée. Elle est située immédiatement au-dessus de l'origine d'une grosse racine, à 3^{cm} au-dessous du point d'inoculation. Son diamètre est de 13^{mm}. Le diamètre du cep à son niveau, mais sans la comprendre, est de 14 à 15^{mm}; il est de 13^{mm} à l'endroit le plus mince de l'entre-nœud immédiatement supérieur au collet.

» *Cep* 2. — Tout le collet est enflé, mais l'enflure est beaucoup plus considérable du côté de l'inoculation; d'ailleurs, toute trace du traumatisme a disparu. Le diamètre de la partie tuméfiée est de 20^{mm}, tandis que le diamètre minimum du cep, dans l'entre-nœud immédiatement supérieur, n'est que de 9^{mm}.

» *Cep* 3. — Le cep est bifurqué au niveau des racines supérieures, la tige accessoire ne datant que de l'an dernier. L'enflure, toujours au niveau des racines supérieures, est relativement énorme : son diamètre est de 25^{mm}. La tige principale est enflée aussi sur une hauteur de 3^{cm} environ, son diamètre maximum atteignant $11^{mm},5$, tandis que son diamètre minimum n'est que de 7^{mm}. C'est ce cep qui a été inoculé au collet même, entre ses deux tiges; et c'est l'enflure fusiforme de sa tige principale qui a d'abord attiré mon attention sur le résultat positif de mon expérience, les tumeurs des autres ceps se trouvant plus ou moins cachées dans le sol.

» *Cep 4.* — La tumeur fait encore le tour du cep, ayant une épaisseur maximum du côté de l'inoculation et presque nulle du côté diamétralement opposé. Le diamètre du cep est de 27^{mm} dans la partie tuméfiée et de 9^{mm} dans l'entre-nœud immédiatement supérieur.

» Ainsi ces tumeurs sont contagieuses, et très contagieuses, puisqu'elles se sont développées sur 100 pour 100 des ceps inoculés.

» Comment se propagent-elles ? Surtout, sans doute, par les piqûres des insectes et particulièrement du *Dactylopius*, qui, comme nous l'avons vu, s'arrête volontiers sur elles dans ses pérégrinations, et dont le suçoir doit être un excellent instrument d'inoculation. J'observe encore aujourd'hui des *Dactylopius* vivants, de tout âge, sur des tumeurs de Quilicura depuis le 10 février conservées *in vitro*.

» On conçoit d'ailleurs que les instruments aratoires, en blessant des ceps sains après des ceps malades, puissent remplir un office analogue. Il est même possible que les gelées, en mortifiant les tissus des tumeurs comme des ceps encore sains, facilitent le transport des microbes de celles-là à ceux-ci, par les eaux ou par le vent.

» Dans tous les cas, la prophylaxie d'une telle maladie est désormais nettement indiquée : il faut détruire radicalement, par le feu par exemple, les ceps contaminés; et, si l'on se contente d'en raser les tumeurs, comme on le conseille généralement, il sera bon, du moins, d'en cautériser les plaies et de désinfecter les instruments contaminés avant de les porter sur des ceps encore sains. »

M. **Maurice Nicloux** adresse une Note intitulée : « Dosage direct de l'alcool éthylique dans des solutions où il est dilué dans des proportions comprises entre $\frac{1}{500}$ et $\frac{1}{3000}$ ».

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 juillet 1896.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1894. I : *Mémoires.* II : *Observations.* III : *Pluies en France. Observations publiées avec la coopération du Ministère des Travaux publics.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, publiée par M. Alfred Grandidier. 38e, 39e, 40e, 41e fascicules. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 4 vol. in-4°. (Présenté par M. Alfred Grandidier.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Juillet 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Congrès des Sociétés savantes. Discours prononcé à la séance générale du Congrès, le samedi 11 *avril* 1896, par M. Grandidier, Membre de l'Académie des Sciences. Paris, Imprimerie nationale, 1896; br. in-8°.

Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturellle, publiées par MM. les Professeurs administrateurs de cet Établissement. Troisième série. Extrait : *Essai monographique sur les Silures du genre Synodontis,* par M. Léon Vaillant. Paris, G. Masson; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Sur les glandes lymphatiques des Néréides, par M. A. Kowalevsky. Leyde, E.-J. Brill, 1896; br. in-8°.

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les Professeurs. 2e série. Tome VII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-8°.

Société d'Histoire naturelle d'Autun. Huitième bulletin. Autun, Dejussieu père et fils, 1895; 1 vol. in-8°.

Amplitude du roulis sur houle non synchrone, par M. L.-E. Bertin. (Extrait des *Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg.* Tome XXX.) Cherbourg, E. Le Maout, 1896; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, publié sous la direction du Conseil d'administration. Troisième série. Tome X. 1re livraison, 1896, Saint-Étienne; 1 vol. in-8° avec Atlas.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. Volume XLVIII. Cinquième série. Tome VIII. Bordeaux, J. Durand; 1895; 1 vol. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 13. 15 juillet 1896. Paris, G. Carré; 1 fasc. in-4°.

The collected mathematical Papers, of ARTHUR CAYLEY. Sc. D., F. R. S., late Sadlerian Professor of pure Mathematics in the University of Cambridge. Vol. X. Cambridge, 1896; 1 vol. in-4°.

Memorie del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Volume XXV. N°s 4, 5, 6 et 7. Venezia, 1895, Carlo Ferrari; 4 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 13 juillet 1896.)

Note de M. *J.-A. Miller,* Sur les groupes de substitutions :

Page 92, lignes 19 et 21, *au lieu de* et si n, *lisez* il est égal à 1 si n.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUILLET 1896.

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe du 26 juillet au Muséum d'Histoire naturelle.* Note de M. **Milne-Edwards.**

« J'appellerai l'attention des météorologistes de l'Académie sur les désastres occasionnés au Muséum d'Histoire naturelle par le passage d'une trombe, le 26 juillet, à $4^h 30^m$. En moins d'un quart d'heure (¹) des centaines d'arbres séculaires ont été découronnés ou brisés; les troncs éclataient en lanières et le sol était tellement couvert de débris que toute circulation était impossible. La tempête soufflait de l'ouest et la tornade a

(¹) La température qui auparavant était de 25° est tombée brusquement à 17°.

surtout exercé ses ravages sur les abords du grand amphithéâtre, de la ménagerie et des grandes allées; au contraire, les labyrinthes et la partie sud du Jardin ont été presque complètement épargnés. Des grêlons sphériques, gros comme des balles de fusil, tombaient si serrés qu'ils formaient un rideau et empêchaient de voir les objets placés à quelques mètres de distance; le lendemain, on en trouvait encore des amas intacts. Un des pavillons de la Faisanderie a été écrasé par la chute d'une grosse branche; des grilles de clôture de parcs ont été tordues et brisées. Le vitrage supérieur de la galerie de Minéralogie a cédé au choc de la grêle et 14 armoires remplies d'échantillons précieux ont été inondées. Un grand nombre de carreaux des serres ont été cassés et les plantes des parterres sont couchées et hachées.

» Il faudra beaucoup de temps et d'argent pour réparer ces désastres. Heureusement aucun accident de personne ne s'est produit. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques expériences nouvelles relatives à la préparation du diamant;* par M. **Henri Moissan.**

« Nous avons indiqué, dans des recherches précédentes [1], qu'en refroidissant brusquement la fonte en fusion on pouvait obtenir le carbone sous forme de diamant.

» Dans une nouvelle série d'expériences, nous avons cherché à diminuer le volume du fer en fusion et à le refroidir beaucoup plus rapidement.

» L'expérience idéale à réaliser consisterait à amener la fonte liquide sous forme d'une sphère, et à exercer ensuite sur elle une pression très grande. Un tel résultat peut être atteint sur un petit volume de matière, en laissant tomber d'une certaine hauteur la fonte liquide saturée de carbone au moyen du four électrique et en la refroidissant brusquement dans un bain de mercure.

» Nous avons disposé un four électrique en pierres de Courson analogue à ceux que nous employons journellement, mais dont le fond portait une ouverture cylindrique de 6^{cm} de diamètre. Les électrodes qui amenaient le courant avaient 5^{cm} de diamètre; celle du pôle positif était creuse; elle

---

[1] Moissan, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 288 (6 février 1893) et t. CXVIII, p. 320 (1894).

portait, suivant son axe, un canal cylindrique de 18^{mm} de diamètre, dans lequel pouvait se mouvoir avec facilité une tige de fer que l'on avançait ou que l'on reculait à volonté.

» Ce four était disposé sur deux tréteaux et en dessous se trouvait une marmite de fer contenant du mercure sur une épaisseur de 10^{cm} surmonté d'une couche d'eau deux fois plus épaisse. On commençait par faire jaillir l'arc et l'on employait un courant de 1000 ampères et 60 volts. Lorsque le régime normal du four était établi, et que la chaux commençait à distiller, ce qui demandait deux à trois minutes au plus, on avançait lentement la tige de fer; le métal approchait de l'arc, fondait, se carburait avec rapidité, puis la fonte en fusion tombait sous forme de sphères très régulières. Ces sphères incandescentes traversaient la couche d'eau et, en vertu de leur vitesse acquise, tombaient jusqu'au fond du mercure où elles étaient refroidies par conductibilité.

» Une fois l'expérience en marche, elle se réglait avec la plus grande facilité, et il était possible, en quelques instants, de grenailler plusieurs kilogrammes de fonte de fer.

» Lorsque l'on retirait cette masse de grenailles qui nageait entre l'eau et le mercure, on y rencontrait un certain nombre de sphères ou d'ellipsoïdes aplatis, de forme régulière et d'une homogénéité parfaite. Ils mesuraient $0^{m},01$ au plus de diamètre, parfois 4^{mm} à 5^{mm} seulement; ils étaient mis de côté pour être attaqués par des acides, en suivant la méthode indiquée précédemment.

» Les autres grenailles, de forme irrégulière, qui avaient roché, ou qui renfermaient des géodes plus ou moins grandes, permettant de les écraser facilement sous le marteau, n'étaient point traitées par les acides. Nous nous étions assuré, dès les premières expériences, qu'elles ne renfermaient point de carbones de grande densité, et que, soumises au traitement habituel, elles ne laissaient aucun résidu sous le microscope.

» Toute cette fonte était suffisamment saturée de charbon, car elle renfermait du graphite que l'on pouvait voir dans les géodes des grenailles de mauvaise qualité.

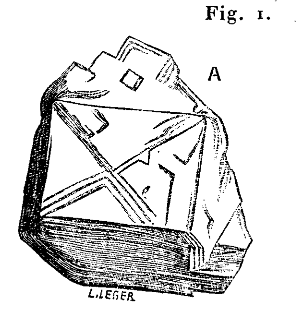
» Les sphérules de forme régulière nous ont fourni du diamant noir et du diamant transparent. Ce dernier corps était en cristaux très petits, ce qui n'a pas lieu de nous surprendre. Mais quelques-uns de ces cristaux (*fig.* 1) présentaient une régularité remarquable; nous citerons, par exemple, un octaèdre, mesurant $0^{mm},016$ dans sa plus grande longueur,

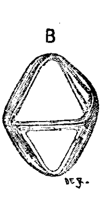
qui tombait dans l'iodure de méthylène et qui, brûlé sur la nacelle de platine, a disparu en donnant de l'acide carbonique caractérisé par l'eau de baryte. Ces petits cristaux rayaient le rubis et possédaient l'éclat et l'aspect du diamant.

» Grâce à l'obligeance de M. Guichard, ingénieur de la société Edison, nous avons pu réaliser la même expérience sous une autre forme.

» Le four électrique dont nous venons de parler a été disposé au-dessus d'un puits de 32^m au fond duquel se trouvait un seau de fer contenant l'eau et le mercure. Aussitôt que le four eut atteint sa température normale, nous avons fait avancer la barre de fer dans l'axe de l'électrode positive en ayant soin de produire la fusion d'une assez grande quantité de métal pour que la grenaille formée fût d'un diamètre un peu plus grand. On voyait alors des sphères de fonte en fusion atteignant de $0^m,02$ à $0^m,03$ de diamètre qui tombaient verticalement en donnant de loin en loin une rare étincelle et qui disparaissaient sans bruit dans l'eau placée au fond du puits.

Fig. 1.





» Au point de vue de la production du diamant, cette expérience a été mauvaise, car notre épaisseur de mercure était insuffisante pour une telle vitesse de chute et le métal fondu s'éparpillait en fragments de forme quelconque.

» Mais deux choses sont à retenir dans cette expérience :

» Lorsque l'une de ces sphères venait à toucher le bord du baquet au centre duquel était placé le seau métallique, ou qu'elle rencontrait le sol, elle produisait une flamme, se brisait en globules étincelants, en faisant entendre un bruit analogue à celui d'un coup de fusil. Cette sphère de métal paraissait saturée de gaz et éclatait comme un bolide.

» Le deuxième fait qui nous a frappé est le suivant :

» Au moment où la boule de métal quitte le four électrique, elle est d'un éclat éblouissant, mais, dans sa chute si rapide, elle n'a pas parcouru un espace de $0^m,50$ que déjà la vive lumière qu'elle projette a bien diminué. Une chambre pratiquée au fond du puits nous a permis de voir nettement les sphères au moment où elles arrivaient au contact de l'eau et, d'après leur couleur, nous pouvons dire que la température avait déjà considérablement changé.

» *Expériences faites dans des blocs métalliques.* — Cette dernière étude nous a conduit à remplacer la limaille de fer par un bloc métallique. Un cylindre de fer, de $0^m,18$ de longueur et de $0^m,14$ de largeur, a été préparé au tour. On a foré ensuite, dans son axe, une ouverture cylindrique de 3^{cm} de diamètre et d'une profondeur de $0^m,12$, dans laquelle pouvait glisser, à frottement doux, un cylindre du même métal.

» Cet appareil a été disposé dans un baquet rempli d'eau froide. On a fondu alors, au four électrique, 400^{gr} de fer qui s'est saturé de carbone. Ce liquide a été coulé dans le bloc métallique que l'on a fermé rapidement au moyen du cylindre de fer.

» Dans ces expériences, le refroidissement est très brusque. On enlève, au tour, tout le métal qui constitue le bloc et la masse de fonte que l'on trouve à l'intérieur est soumise aux traitements décrits plus haut.

» Cet essai nous a donné de meilleurs résultats ; le rendement, sans être très élevé, était supérieur à celui du métal grenaillé. Le diamant était accompagné d'un graphite en cristaux trapus d'une densité de 2,35. Quelques parcelles de diamant étaient bien cristallisées et d'une transparence parfaite, tandis que d'autres renfermaient des crapauds.

» Pour augmenter encore la vitesse de refroidissement, nous avons répété la même expérience dans un bloc de cuivre, de mêmes dimensions. Le rendement en poids n'est pas plus élevé, seulement les diamants sont bien transparents et certains contiennent des crapauds. Ils ne sont pas accompagnés de fragments denses transparents et non combustibles.

» *Expérience faite au moyen de la gaine de feu.* — Le phénomène de la gaine de feu a été découvert par MM. Fizeau et Foucault [1] ; il fut étudié

---

[1] FIZEAU et FOUCAULT, *Recherches sur l'intensité de la lumière émise par le charbon dans l'expérience de Davy* (*Ann. de Ch. et de Phys.*, (3e série), t. II, p. 383 ; 1844.)

ensuite par M. Planté, puis par MM. Violle et Chassagny [1] et enfin MM. Hoho et Lagrange [2] ont cherché à l'appliquer dans l'industrie.

» Ce phénomène, qui se produit lorsque l'on fait passer un courant trop intense dans un liquide conducteur, permet de porter le métal d'une électrode à son point de fusion.

» Nous avons réalisé cette expérience sur un tube de fonte renfermant en son axe un cylindre de charbon, et nous avons recueilli des gouttes de métal liquide au sein de la solution de carbonate de soude qui servait d'électrolyte.

» Les grenailles ainsi obtenues ont toujours été de forme irrégulière et incomplètement saturées de carbone; elles ne nous ont pas donné de bons résultats.

» *Combustion des diamants de synthèse.* — Une nouvelle combustion a été faite de diamants préparés en partie au moyen de petits cylindres remplis de charbon de sucre (procédé décrit précédemment), en partie au moyen des blocs métalliques de fer et de cuivre. Ces deux procédés fournissent les diamants les plus purs. Ces derniers tombaient dans l'iodure de méthylène, rayaient le rubis avec facilité et ne contenaient pas de diamants noirs.

» Le poids des diamants était de $5^{mgr},7$; ils ont brûlé en laissant une trace de cendre dont le poids n'était pas appréciable à la balance.

» On a recueilli $20^{mm},5$ d'acide carbonique. La théorie pour $5^{mgr},7$ exigerait $20^{mm},9$.

» Cette matière répond donc bien à la propriété fondamentale du carbone de donner, pour 1^{gr} de substance, $3^{gr},666$ d'acide carbonique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du diamant noir;* par M. **Henri Moissan.**

« On rencontre dans la nature, aussi bien au Brésil qu'au Cap, des diamants transparents renfermant des inclusions de forme variable. Ces inclusions peuvent être de nature différente; mais les plus nombreuses sont noires et, lorsqu'elles sont abondantes, elles fournissent cette variété de carbone cristallisé, à aspect gras, que l'on désigne sous le nom de *diamant noir*.

» Nous pouvons démontrer que ces inclusions noires sont dues à une

---

(1) Violle et Chassagny, *Société de Physique;* 1889.
(2) Hoho et Lagrange, *Comptes rendus,* 13 mars 1893.

variété de carbone différente du diamant de la façon suivante : un diamant noir de $2^{gr},2365$, présentant quelques petites plages transparentes, a été enveloppé d'un morceau de toile, placé sur une enclume et brisé au marteau. Il s'est clivé dès le premier choc et nous a fourni un pointement octaédrique très net. Nous avons réduit le tout en poudre fine au mortier d'Abiche, et cette poussière, d'un gris noir, examinée au microscope, est formée de fragments renfermant de nombreux crapauds.

» On chauffe alors 1^{cgr} environ de cette poudre dans un tube de verre de Bohême traversé par un courant d'oxygène, à une température inférieure de 200° à la température de combustion du diamant. L'expérience dure une demi-heure. On constate d'une façon très nette un léger dégagement d'acide carbonique qui s'arrête bientôt et qui est mis en évidence par de l'eau de baryte. Après refroidissement, le diamant a perdu sa teinte grise, il est devenu blanc et, au microscope, on ne retrouve plus de crapauds. La matière noire que renfermait ce diamant brûle donc dans l'oxygène en fournissant de l'acide carbonique et le diamant reprend sa transparence.

» L'expérience ne réussit qu'avec le diamant noir réduit en poudre très fine.

» Un éclat de diamant noir, chauffé dans les mêmes conditions, ne se décolore pas. L'expérience réussirait peut-être en chauffant avec précaution ce diamant dans de l'oxygène comprimé. »

BOTANIQUE. — *Un Terfâs d'Espagne et trois nouveaux Terfâs du Maroc;* par M. **Ad. Chatin**.

« Cette Note a pour objet une Truffe d'Espagne, signalée anciennement par L'Ecluze, et trois nouvelles Truffes du Maroc, dont l'une, identique à la Truffe d'Espagne, constitue avec elle un type spécifique distinct de ceux connus jusqu'ici, une autre étant une simple variété, d'ailleurs intéressante, du *Terfezia Leonis;* la troisième une espèce, nouvelle pour le Maroc, mais d'abord trouvée à Damas, puis en Algérie, à Tunis et à l'île de Chypre.

» *Terfâs d'Espagne*. — Tulasne, décrivant, dans son excellent Mémoire (*Fungi hypogœi*) sur les Tubéracées, le *Terfezia Leonis* (la seule des grandes espèces par lui connues) qu'il avait reçu de la Calle et de Constantine par Durieu de Maisonneuve, de Sicile et de Sardaigne par Moris, lui attribuait tout ce qui était rapporté par les voyageurs, de l'existence de Truffes blanches au Maroc, en Espagne et en Orient.

» Or, si, comme je l'ai constaté, le Maroc compte, entre plusieurs autres espèces, le *Terfezia Leonis*, Damas et Bagdad n'ont, apportés par les caravanes des déserts de l'Arabie et de la Mésopotamie, sous le nom de *Kamé,* la première de ces villes que les *Terfezia Claveryi* et *Boudieri*, variété *Arabica,* la seconde que les *Terfezia Metaxasi* et *Hafizi*, à l'exclusion du *Leonis*.

» Mais quelle est cette Truffe blanche d'Espagne, que L'Écluse dit se trouver dans les royaumes de Grenade et de Castille, même plus au nord, dans le royaume de Léon, vers Salamanque, pays dans lesquels on la désigne sous les noms de *Turma, Turmax, Turmera*, d'où celui de *Turmérières* donné aux landes de Cistes (*Cistus tuberaria, C. Halimus, C. salicifolius*) où on la récolte.

» Le vif désir, maintes fois exprimé à mes amis de la Société botanique de France, de connaître la Truffe d'Espagne vient d'être satisfait par un correspondant de M. Mellerio, qui, dans la seconde quinzaine d'avril, m'adressait, par colis postal, quelques Terfâs qui m'arrivèrent en fort bon état.

» Les tubercules, arrondis ou en forme de figue et, en moyenne, du volume d'un œuf avec un caudicule mycélifère assez développé, présentaient un périderme de couleur brunâtre, une chair d'un blanc rosé avec des sporanges arrondis, octospores.

» D'un intérêt tout spécial, ses spores diffèrent, par des caractères très nets, de celles de tous les Terfâs connus, y compris les *Terfezia Boudieri* et *Leonis*, espèces dont elles se rapprochent le plus.

» Comme le *Leonis*, la Truffe d'Espagne a les spores recouvertes d'assez grosses verrues; mais ces verrues sont arrondies et non tronquées carrément. Le diamètre des spores est d'ailleurs fort semblable (de 20^{μ} à 25^{μ} pour la Truffe d'Espagne, de 20^{μ} à 26^{μ} pour le *Leonis*).

» Le *Terfezia Boudieri*, variété *arabica*, à verrues un peu plus grosses que dans le type tend par là à se rapprocher de la Truffe d'Espagne, mais celle-ci a les verrues encore plus grosses, et le diamètre (20^{μ}-25^{μ}) des spores n'approche pas de celui (26^{μ}-30^{μ}) du *Boudieri arabica*.

» Concluons donc que la Truffe d'Espagne représente un type spécifique intermédiaire au *Leonis* et au *Boudieri*, mais plus voisin de ce dernier par les papilles verrucoïdes arrondies.

» *Terfâs du Maroc.* — Je dois à M. Mellerio, qui, déjà l'an passé, m'adressait des Terfâs de Casablanca, en même temps que M. Goffart me faisait connaître celui que produit la campagne de Tanger, d'avoir pu examiner trois nouveaux Terfâs, savoir : deux de Larache et un de Mazagan.

» Les Terfâs de Larache, que nous numéroterons 1 et 2, répondent aux caractères suivants :

» *Terfâs de Larache n° 1.* — De tous points (périderme, chair, sporanges, spores

du diamètre de 20µ à 25µ, à grosses verrues arrondies) identique au Terfâs d'Espagne, le Terfâs n° 1 de Larache constitue, comme lui et avec lui, une espèce que je nomme *Terfezia Mellerionis,* du nom de mon savant et si dévoué correspondant, M. Alphonse Mellerio, de la Société botanique de France, en résidence habituelle à Casablanca, où il a édifié un observatoire météorologique.

» Il n'est pas sans quelque intérêt de faire la remarque que le *Terfezia Mellerionis,* a été récolté presque au même moment dans l'Espagne du Sud et au Maroc, pays appartenant au même continent avant la formation de la grande faille qui a constitué le détroit de Gibraltar (¹).

» *Terfâs n° 2 de Larache.* — Aussi de belle grosseur (65gr), il présente les caractères généraux suivants :

» Périderme brunâtre; chair d'un blanc de crème, ferme et homogène; sporanges arrondis, à huit spores ordinairement.

» Les spores, pareilles à celles du *Leonis* quant au diamètre et pour la troncature de la plupart de leurs verrues, se différencient toutefois par l'existence constante d'un certain nombre de verrues à sommet *arrondi* ou même *conoïde.*

» La présence, sur chaque spore, de ces verrues non tronquées comme dans le type, paraît justifier, pour le Terfâs n° 2 de Larache, la formation d'une variété qui serait le *Terfezia Leonis,* var. *heterospora.*

» *Terfâs de Mazagan.* — Tubercules ou arrondis ou figuiformes, avec un court pédicule, et du poids de 20 à 30gr.

» Périderme lisse, brunâtre, chair d'un blanc crémeux, homogène, assez ferme, d'odeur et de saveur peu appréciables.

» Sporanges arrondis, à huit spores.

» Spores incolores, du diamètre de 22 µ à 23 µ, portant de petites verrues arrondies à leur sommet, tous caractères du *Terfezia Boudieri,* espèce qui n'avait pas encore été signalée au Maroc.

» Le Maroc produit donc (et la liste ne saurait être tenue pour close, tant qu'on n'y aura pas signalé les deux *Tirmania* et le *Terfezia Claveryi* d'Algérie) six sortes de Terfâs, dont quatre espèces types et deux variétés, à savoir :

» *Terfezia Boudieri,* à Mazagan ;
» *Terfezia Goffartii,* à Tanger ;
» *Terfezia Leonis,* à Casablanca ;
» *Terfezia Leonis,* var. *Mellerionis,* à Casablanca
» *Terfezia Leonis,* var. *heterospora,* à Larache ;
» *Terfezia Mellerionis,* à Larache.

» On peut se faire une idée de l'étendue de la zone des Terfâs au Maroc,

(¹) Ce fait rappelle involontairement celui, bien connu, de singes de même espèce vivant sur les côtes d'Afrique et les rochers de Gibraltar; d'où cette conclusion que le singe existait dans cette région avant la formation du détroit.

zone que, sûrement, on ne connaît pas encore tout entière, en considérant que Mazagan, où vient d'être récolté le *Terfezia Boudieri*, est situé à 520^{km} de Tanger, où fut trouvé, par M. Goffart, le premier Terfàs du Maroc; Casablanca et Larache marquant des centres de Terfàs intermédiaires.

» Combien nous sommes loin de cette déclaration du Ministre de France : Il n'y a pas de Truffes dans le Maroc. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'homogénéité de l'argon et de l'hélium.* Note de MM. **William Ramsay** et **J. Norman Collie**.

« La question de l'homogénéité de l'argon a été discutée par Lord Raleigh et l'un de nous, dans leur Mémoire sur l'argon (*Philosophical Transactions,* A, p. 236; 1895). Mais, à cette époque, les données n'étaient pas assez nombreuses pour qu'on pût arriver à des conclusions bien arrêtées. La découverte de l'hélium et l'analyse de son spectre par MM. Runge et Paschen (*Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissenschaften,* p. 639 et 759; Berlin, 1895) ont fait penser que ce corps pouvait être un mélange de deux gaz.

» Pour élucider cette question, nous avons soumis ces deux gaz à une diffusion méthodique, en les faisant traverser un tuyau de pipe en terre poreuse, soumis sur une de ses surfaces à l'action du vide. Nous nous sommes assurés qu'on peut achever ainsi la séparation de l'hydrogène et de l'hélium, et celle de l'oxygène et de l'acide carbonique, et que, en mesurant la rapidité de la descente d'une colonne de mercure, disposée dans le circuit de l'appareil, il est possible d'arriver à une assez bonne détermination du poids moléculaire de divers gaz. Nous avons ensuite essayé de séparer l'argon en deux parties, par une méthode analogue à la séparation fractionnée des liquides au moyen de la distillation.

» La quantité d'argon était voisine de 400^{cc} : ce gaz a été traité de la manière indiquée par le schéma suivant :

	Plus diffusible.	I.	Moins diffusible.
	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{2}$
II.	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$
	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{2}$
III.	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$
	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{2}$
IV.	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$
	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{2}$

» On a déterminé la densité des deux portions extrêmes et nous avons trouvé que celui qui devait être le plus léger avait la densité ($O = 16$) de 19,93, et le plus lourd, 20,01. La séparation, s'il y en a, est donc minime.

» La même expérience, exécutée avec l'hélium, nous a fourni d'autres résultats. La densité de l'échantillon qui passait d'abord était de 1,874, et celle du gaz qui restait dans l'appareil, 2,133. Un grand nombre de fractionnements n'a pas changé ces chiffres, mais les spectres des deux échantillons étaient absolument identiques; même les premières bulles du gaz le plus léger montraient les mêmes lignes, avec la même intensité, que les dernières bulles qui restaient dans l'appareil. Il n'y avait aucune différence après une cinquantaine de fractionnements.

» Lord Rayleigh a eu l'obligeance de mesurer la réfraction des deux échantillons de gaz. Tandis que le plus léger donnait le chiffre 0,1350 (l'air atmosphérique = 1), le plus lourd possédait une réfraction s'exprimant par le chiffre 0,1524. Or, ces deux nombres ont un rapport presque identique avec le rapport des densités; car

$$\frac{0,1350}{0,1524} = \frac{1,874}{2,110}, \quad \text{au lieu de} \quad \frac{1,874}{2,133}.$$

» Considérons maintenant ce qui arrive lorsqu'on soumet à la diffusion un mélange de deux gaz. Prenons, par exemple, un mélange d'hydrogène avec un excès d'oxygène. Après un nombre suffisant d'opérations, on obtiendra de l'oxygène pur, d'un côté, et de l'autre un mélange d'une partie d'hydrogène avec quatre parties d'oxygène. Il ne sera pas possible de séparer ce mélange en ses constituants, à cause de la diffusion égale de l'oxygène et de l'hydrogène, ainsi mélangés. L'identité des spectres de l'hélium empêche qu'on puisse déclarer quel est le gaz pur et quel est le mélange. Le calcul établit que, si l'on suppose que le gaz le plus lourd est un mélange, la densité du plus léger, supposé pur, étant 1,874, celle du plus lourd doit être 2,366. Si, au contraire, le gaz le plus léger est mélangé, la densité du gaz le plus léger, supposé pur, doit être 1,58. L'hélium, enfin, s'il consiste en un mélange de deux gaz, est formé, soit de deux gaz de densités 2,366 et 1,874, soit de deux gaz de densités 2,133 et 1,580.

» Mais, bien que cette explication soit la plus convenable, il en existe une autre qui mérite de nous arrêter. Le spectre de ces deux fractions de l'hélium n'a montré aucune différence. Il n'est pas probable que deux gaz existent, dont les densités soient si voisines. Les différents gaz ne possèdent pas une réfraction proportionnelle à leurs densités. Il nous semble que l'on

pourrait admettre que l'on a opéré une véritable séparation des molécules légères des molécules lourdes. L'idée que toutes les molécules d'un gaz sont homogènes n'a jamais été soumise à l'épreuve de l'expérience; nous ne connaissons aucune tentative de séparation de ce genre, sur un gaz regardé comme homogène, en deux parties différentes. Mais nos expériences montrent que cette question mérite d'être étudiée. Si elle pouvait nous fournir de semblables résultats, il faudrait changer nos idées sur la nature de la matière. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mononitrile camphorique, son anhydride et son anilide.* Note de MM. **A. Haller** et **Minguin**.

« On sait que la camphoroxime soumise à l'action du chlorure d'acétyle se transforme en anhydrocamphoroxime ou nitrile campholénique.

» L'isonitrosocamphre peut être considéré comme l'oxime de la camphoquinone. En le traitant par le chlorure d'acétyle, M. Oddo (1) a obtenu, dès 1893, un composé fondant à 172° et auquel il a attribué l'une des deux formules $C^{12}H^{15}AzO^2$ ou $C^{12}H^{17}AzO^2$.

» Nous avions repris cette réaction et étions arrivés à isoler un composé $C^{20}H^{28}Az^2O^3$ insoluble dans l'éther et un acide $C^{10}H^{15}AzO^2$ soluble dans l'eau chaude et dans la plupart des solvants usuels, lorsque MM. Oddo et Léonardi (2) ont publié de nouvelles recherches qui les ont conduits aux mêmes résultats que nous, quant aux deux corps

$$C^{20}H^{28}Az^2O^3 \quad \text{et} \quad C^{10}H^{15}AzO^2.$$

» Bien que l'isonitrosocamphre employé par nous ait été préparé par une autre méthode [action de l'azotite d'amyle sur le camphre sodé (3)] que celle employée par les savants italiens [action d'un azotite alcalin sur l'acide camphocarbonique (4)] et qu'il existe de petites différences entre les points de fusion des produits obtenus de part et d'autre, nous croyons néanmoins que les corps sont identiques.

» Quand on chauffe, au bain-marie, des quantités équimoléculaires de

(1) *Gazz. chim. ital.*, t. XXIII, I, p. 300; 1893.
(2) *Ibid.*, t. XXVI, I, p. 405; 1896.
(3) *Dict. Wurtz*, 2e suppl., p. 916.
(4) *Gazz. chim. ital.*, t. XXIII, I, p. 85; 1893.

chlorure d'acétyle et d'isonitrosocamphre, on observe un dégagement d'acide chlorhydrique et il se forme une masse plus ou moins colorée qu'on traite par l'éther. Il se sépare un produit insoluble, qu'on fait cristalliser dans l'alcool bouillant, ou mieux dans un mélange d'alcool et de chloroforme. Ce corps répond à la formule $C^{20}H^{28}Az^2O^3$.

» La solution, d'où l'on a séparé le corps insoluble, donne par évaporation une masse soluble dans le carbonate de soude. Les acides précipitent de cette solution un corps blanc, qu'on purifie par cristallisation dans l'eau bouillante. On obtient ainsi des cristaux dendritiques d'un acide répondant à la formule $C^{10}H^{15}AzO^2$, qu'un traitement à la potasse concentrée transforme en acide camphorique et ammoniaque.

» Cette réaction fait du composé $C^{10}H^{15}AzO^2$ le mononitrile de l'acide camphorique; composé d'ailleurs déjà obtenu antérieurement, par un autre procédé, par MM. Hoogewerff et Van Dorp, qui lui ont donné le nom d'acide *cyanolauronique* (¹).

» Les relations qui relient les deux corps $C^{20}H^{28}Az^2O^3$ et $C^{10}H^{15}AzO^2$ sont celles qui existent entre un anhydride d'un acide monobasique et cet acide. En effet, quand on chauffe ce dernier avec une solution alcoolique de potasse, on le scinde en deux molécules de l'acide $C^{10}H^{15}AzO^2$ dont les propriétés sont identiques avec celles de l'acide obtenu directement.

» Inversement l'acide $C^{10}H^{15}AzO^2$, chauffé au-dessous de 100° avec une molécule d'isocyanate de phényle, se convertit en anhydride, diphénylurée et acide carbonique. Un traitement au chloroforme, dans lequel l'anhydride est très soluble, permet de le séparer de la diphénylurée qui l'accompagne. L'anhydride ainsi obtenu a la même composition et le même point de fusion que celui qu'on obtient directement.

» Si, au lieu d'isoler l'anhydride du mélange, on continue à chauffer celui-ci au delà de 160°, il y a un nouveau dégagement d'acide carbonique avec formation d'une anilide, suivant un mécanisme déjà indiqué par l'un de nous

$$\underbrace{2\left[C^8H^{14}\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown COOH\end{matrix}\right]}_{\text{Mononitrile camphorique (acide cyanolauronique).}} + 2\,[COAzC^6H^5]$$

$$= \underbrace{C^8H^{14}\begin{matrix}\diagup CAz & AzC\diagdown \\ \diagdown CO-O-CO\diagup & \end{matrix}C^8H^{14}}_{\text{Anhydride du nitrile camphorique.}} + CO\begin{matrix}\diagup AzHC^6H^5 \\ \diagdown AzHC^6H^5\end{matrix} + CO^2,$$

(¹) *Revue des Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. XIV, p. 252; 1895.

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CAz \\ CO-O-CO\end{matrix}\right. \begin{matrix}AzC \\ \end{matrix}\left.\right\rangle C^8H^{14} + CO\left\langle\begin{matrix}AzHC^6H^5 \\ AzHC^6H^5\end{matrix}\right.$$

$$= 2\left[\underbrace{C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CAz \\ COAzHC^6H^5\end{matrix}\right.}_{\text{Anilide du mononitrile camphorique.}}\right] + CO^2.$$

» La fonction des deux composés obtenus dans l'action du chlorure d'acétyle sur l'isonitrosocamphre, ainsi que les rapports qui les lient, se trouvent donc établis.

» Nous donnons dans le Tableau suivant les points de fusion et les pouvoirs rotatoires observés par les savants italiens, hollandais et par nous.

	Points de fusion.	Pouvoirs rotatoires moléculaires. $[\alpha]_D$
Isonitrosocamphre (obtenu au moyen du camphre sodé et de l'azotite d'amyle)	152°	+196,86 (Haller et Minguin)
Isonitrosocamphre (obtenu au moyen de l'acide camphocarbonique)	152-153	+199,50 (Oddo et Léonardi)
Anhydrique $C^{20}H^{28}Az^2O^3$ (obtenu avec le chlorure d'acétyle)	175-176	+ 54,79 (Haller et Minguin)
Anhydride $C^{20}H^{28}A2^2O^3$ (obtenu avec le chlorure d'acétyle)	172-173 (Oddo et Léonardi)	
Acide $C^{10}H^{15}AzO^2$ (obtenu par le chlorure d'acétyle)	149-150	+ 67,70 (H. et M.)
Acide $C^{10}H^{15}AzO^2$ (obtenu avec le chlorure d'acétyle	150-151 (O. et L.)	
Acide cyanolauronique de MM. Hoogewerff et Van Dorp	151-152	+ 67,50 (H. et v. D.)
Acide obtenu par saponification de l'anhydride	150 (H. et M.)	
Anhydride préparé avec l'isocyanate de phényle	175-176	+ 54,66 (H. et M.)
Anilide préparé avec l'isocyanate de phényle	197	+ 62,6 (H. et M.)
Anhydride camphorique préparé avec le nitrile	215 (H. et M.)	

» MM. Oddo et Léonardi n'ont pas déterminé les pouvoirs rotatoires moléculaires de leurs corps; mais, ainsi que nous le disions plus haut, les faibles différences constatées dans les points de fusion de l'anhydride et de l'acide préparés par les savants italiens, et dans ceux des mêmes corps préparés par nous, ne permettent pas de considérer ces corps comme

différents. Quant à l'acide cyanolauronique, son identité avec le mononitrile camphorique ne laisse aucun doute.

» La formation, aux dépens de l'isonitrosocamphre, des deux corps $C^{20}H^{28}Az^2O^3$ et $C^{10}H^{15}AzO^2$ peut s'interpréter de la façon suivante : comme l'un de nous l'a déjà fait observer à plusieurs reprises, l'introduction d'un radical négatif dans le méthène CH^2 du groupe $\left\langle\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CO \end{matrix}\right.$ rend la liaison entre ce méthène et le radical CO très peu stable; or AzOH peut être considéré comme un radical négatif, de sorte que, sous l'influence du chlorure d'acétyle, comme sous celle des chlorures de phosphore $PhCl^5$ et $PhCl^5$, ainsi que l'ont montré MM. Oddo et Léonardi, la rupture se produit et il n'y a, en fin de compte, qu'une simple transposition moléculaire :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} C = AzOH \\ | \\ CO \end{matrix}\right. = C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CAz \\ COOH \end{matrix}\right. .$$

» Quant à la formation de l'anhydride, elle résulte simplement de l'action déshydratante du chlorure d'acétyle sur l'acide formé dans le premier temps de la réaction.

» L'interprétation donnée plus haut se justifie par ce qui se passe avec le cyanocamphre. Nous avons en effet démontré que ce dernier, qui renferme le radical négatif CAz dans le groupe CH^2, donne, sous l'influence de la potasse, de l'acide cyanocampholique, homologue supérieur du nitrile camphorique. L'un de nous a, de plus, fait voir que l'isocyanate de phényle transforme l'acide cyanocampholique en une anhydride également homologue supérieur de l'anhydride étudiée dans ce Travail :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CAz \\ COOH \end{matrix}\right. , \qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CH^2CAz \\ COOH \end{matrix}\right. ,$$

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CAz \qquad AzC \\ CO - O.CO \end{matrix}\right\rangle C^8H^{14}, \qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CH^2 - CAz \quad CAz - CH^2 \\ CO - O. \quad CO \end{matrix}\right\rangle C^8H^{14}.$$

» Nous nous proposions de poursuivre ces recherches, dont le but principal était d'obtenir l'acide aminocampholique $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CH^2.AzH^2 \\ COOH \end{matrix}\right.$, lequel, traité par de l'acide azoteux, devait nous fournir une campholide $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CH^2 \\ CO \end{matrix}\right\rangle O$ identique ou isomère avec celle que l'un de nous a étudiée récemment; mais MM. Oddo et Léonardi, dans leur intéressant

Travail, ont déjà étudié cette amine acide et l'ont traitée par de l'acide azoteux. Le corps blanc, souillé d'un produit oléagineux, obtenu par les savants italiens, bien qu'il n'ait pas été analysé, est sans doute une campholide. Nous ne continuerons donc pas notre étude dans cette voie et nous nous proposons de préparer d'autres dérivés du mononitrile camphorique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une méthode destinée à faire connaître exactement la direction apparente d'un signal sonore.* Mémoire de M. **E. Hardy**, présenté par M. A. Cornu. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des signaux maritimes.)

« Cette méthode consiste à faire deux ou plusieurs observations simultanées sur le parcours des ondes sonores, en se servant comme auxiliaires, soit de la vitesse du son, soit des interférences des ondes sonores.

» 1° En employant la vitesse du son :

» Deux microphones sont placés sur le vaisseau, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, la distance qui les sépare étant de 111^m par exemple. Le microphone de l'avant correspond à un récepteur téléphonique que l'observateur met à son oreille droite; le microphone placé à l'arrière correspond à un récepteur téléphonique que l'observateur met à son oreille gauche. Si la cloche signal se trouve à une distance quelconque dans l'axe du vaisseau, l'observateur perçoit d'abord le coup de cloche par son oreille droite et, environ un tiers de seconde après, le même coup de cloche par son oreille gauche. Si le signal sonore est placé exactement par le travers du vaisseau, l'observateur perçoit exactement en même temps le coup de cloche par son oreille droite et par son oreille gauche.

» On peut remplacer les microphones et leurs récepteurs par des tubes acoustiques ayant exactement la même longueur, ces tubes ne font qu'apporter une constante qui ne trouble pas le phénomène, et la cloche signal par une sirène rendue intermittente.

» 2° En employant les interférences des ondes sonores :

» Une barre rigide, de quelques décimètres de longueur, peut tourner autour d'un axe vertical; un cercle divisé en degrés en détermine la position. Deux cornets acoustiques peuvent se déplacer le long de la barre : on règle leur distance égale à une demi-longueur de l'onde du son perçu.

Des tubes acoustiques de mêmes longueurs partent des cornets acoustiques et se réunissent dans un récipient d'où partent deux autres tubes acoustiques de même longueur, dont les extrémités libres sont armées de récepteurs qui enveloppent entièrement les oreilles de l'observateur.

» Si la barre est dirigée perpendiculairement à la direction sonore, les mêmes portions des ondes pénètrent en même temps dans les cornets acoustiques : l'observateur perçoit le signal dans toute son intensité. Il fait alors tourner la barre de 90°; les cornets reçoivent, l'un la demi-onde condensante, l'autre la demi-onde dilatante qui se détruisent dans le récipient : le signal sonore disparaît donc pour l'observateur.

» En donnant à l'espace qui sépare les deux cornets acoustiques une valeur égale à trois demi-longueurs d'onde, ou même un plus grand nombre impair de demi-longueurs d'onde, l'observateur n'a qu'à faire tourner la barre de quelques degrés pour obtenir, soit le maximum d'intensité, soit l'extinction du signal sonore, et, par conséquent, en déterminer la direction. »

THERMOCHIMIE. — *Note accompagnant l'envoi de deux Mémoires relatifs à la Thermochimie ;* par M. **M. Langlois** (Extrait d'une Lettre à M. A. Cornu.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« ..... Je vous fais parvenir le deuxième Mémoire faisant suite à celui que je vous ai envoyé le 15 juillet dernier. Je pensais pouvoir y comprendre l'étude complète des oxydes, acides et sels, mais je me suis vu obligé à remettre à un troisième Mémoire la suite des acides et des sels : toutefois, les indications fournies dans ce deuxième Mémoire suffisent à caractériser le mode suivant lequel s'exerce l'affinité de l'oxyde, les affinités des acides et des bases. Quand cela a été nécessaire, j'ai insisté sur certains paragraphes, et je pense avoir suffisamment mis en relief les propriétés des corps, dans la dépendance des valeurs thermochimiques de l'oxygène qui s'y trouve contenu. Je pense que cela pourra intéresser, à cause des aperçus nouveaux que donne ce système des unités thermochimiques, supposant des réactions hypoatomiques et bien définies dans la substance même des atomes.

» Lorsque tous les documents vous auront été communiqués, et que vous aurez alors toutes les données nécessaires, je passerai à l'examen de

la courbe des maxima et des valeurs thermochimiques dans la suite des combinaisons, pour en tirer les conclusions relatives à la constitution même des éléments et à la détermination des caractéristiques cinétiques des fonctions chimiques. »

M. A. Baudouin adresse un Mémoire relatif à la nature de l'Électricité.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, d'Arsonval.)

CORRESPONDANCE.

GÉODÉSIE. — *Sur l'erreur de réfraction dans le nivellement géométrique.* Note de M. Ch. Lallemand, présentée par M. Bassot.

« I. La *réfraction aérienne* intéresse à la fois l'Astronomie, la triangulation et le nivellement géométrique, dont elle fausse les observations. L'erreur atteignant son maximum sur les *visées horizontales* et dans les *basses couches de l'atmosphère,* l'astronome la restreint en se plaçant sur des points élevés, et en évitant les observations près de l'horizon. Dans les déterminations d'azimuts constituant, d'autre part, le fond d'une triangulation, les déviations latérales, seules dangereuses, peuvent généralement être évitées. La question est plus délicate pour le *nivellement géométrique,* dont les visées horizontales sont comprises dans la tranche d'air, épaisse de 2^m à 3^m au plus, contiguë au sol (¹).

» Pour obtenir une formule *générale* de l'erreur de la réfraction, il faudrait connaître, *dans tous les cas,* la variation de la densité de l'air avec la hauteur au-dessus du sol. Cette question, en général insoluble, est, au contraire, susceptible d'une solution approchée, dans le cas spécial du nivellement géométrique.

» II. A l'inverse des hautes régions de l'atmosphère, dont la température reste sensiblement constante, les couches inférieures présentent une température incessamment variable, étroitement liée à celle du sol, tantôt échauffé par les rayons solaires, tantôt refroidi par le rayonnement. Dans

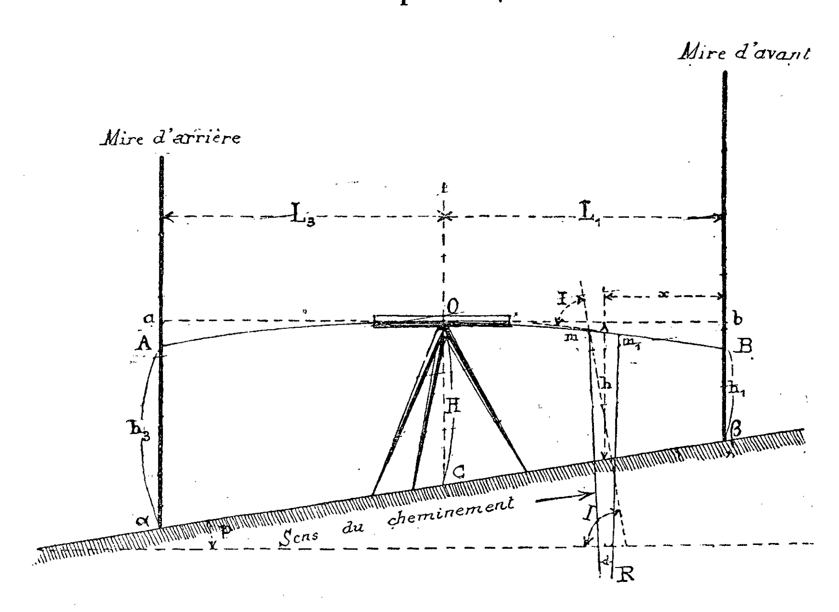
(¹) M. le colonel Goulier, en 1883, a constaté des erreurs de réfraction de *plusieurs millimètres* à 100^m, pour des visées rasant, il est vrai, le sol sur une grande partie de leur longueur.

le premier cas, les molécules d'air au contact du sol s'échauffent et, devenant plus légères, s'élèvent en produisant des courants qui brassent les couches et en égalisent la température. On constate alors des *ondulations*, mais *peu de réfraction*. Si, au contraire, comme il arrive souvent le matin, après une nuit claire, *le sol est plus froid que l'air*, les couches gazeuses restent superposées dans l'ordre *décroissant* de leurs densités, et l'on constate de *fortes réfractions*. M. Marcet, à Genève, a relevé, dans ce cas, des températures t de l'air, augmentant à peu près en progression arithmétique, pour des hauteurs h, au-dessus du sol, croissant en progression géométrique. On peut donc généralement écrire

$$t = a + b \log(h + c), \tag{1}$$

a, b, c étant trois constantes à déterminer dans chaque cas particulier, à l'aide de trois observations.

III. *Calcul de l'erreur de réfraction pour une nivelée.* — Soient OB la ligne horizontale de visée dirigée sur la mire d'avant; dI la déviation du rayon lumineux sur un élément tel que mm_1.



L'erreur ε_1 de réfraction sur la *cote* h_1 *d'avant* a pour expression

$$\varepsilon_1 = \mathrm{B}b = \int_0^{L_1} x\, d\mathrm{I}. \tag{2}$$

Calculons x et dI en fonction de h. Nous avons d'abord sensiblement

$$(3) \qquad x = \frac{h - h_1}{p} \text{ (}p\text{, pente du terrain, supposée constante).}$$

» D'autre part, les couches d'air d'égale température, et, par suite, d'égale densité, étant supposées planes et *parallèles au sol* (¹), la Physique enseigne que l'*indice n de réfraction* de l'air et l'*angle* I *d'incidence* obéissent aux deux lois suivantes :

$$(4) \qquad n \sin I = \text{const.},$$

$$(5) \qquad n = 1 + 0{,}000294 \frac{B}{0{,}76} \frac{1}{1 + \alpha t}$$

(B pression barométrique, t température de l'air en m, α coefficient de dilatation de l'air $= 0{,}00366$).

» Différentiant les équations (4) et (5), il vient

$$(6) \qquad dI = -\operatorname{tang} I \frac{dn}{n}.$$

$$(7) \qquad dn = -0{,}00000108 \frac{B}{0{,}76} \frac{dt}{(1 + \alpha t)^2}.$$

Or on a sensiblement

$$(8) \qquad \operatorname{tang} I = \frac{1}{p}.$$

» D'autre part, n ne différant de l'unité que d'une quantité inférieure à 0,0003, on peut le remplacer par 1 dans (6). De même, t ne variant que d'une quantité relativement petite sur le trajet AOB, on peut, dans (7), substituer à t sa valeur moyenne θ pour ce parcours. Si, d'ailleurs, on y

---

(¹) Les lois ordinaires de la Statique exigeraient que ces couches fussent *horizontales;* mais, dans la courte étendue d'une nivelée (200^m au plus), le sol présente, en général, une température uniforme, ainsi que la couche d'air en contact avec lui. En raison de sa capacité calorifique, relativement considérable, le sol joue, vis-à-vis de l'air, le rôle d'une source indéfinie de froid ou de chaleur, et conserve aux surfaces isothermes une disposition anormale. Une confirmation pratique de cette hypothèse est fournie par les couches de vapeurs qui souvent enveloppent, *en se moulant sur leurs formes,* les sommets glacés des hautes montagnes. Ces couches, rendues apparentes par la condensation, au contact du sol refroidi, de la vapeur d'eau qu'elles renferment, possèdent évidemment dans toute leur masse une température uniforme : celle de *saturation* de l'air.

remplace dt par l'expression obtenue en différentiant (1),

$$dt = \frac{\mu b\, dh}{h+c} \text{ (}\mu\text{, module des logarithmes népériens} = \log e = 0{,}434\text{)},$$

on trouve enfin

$$(9) \qquad dn = -0{,}00000108 \frac{B}{0{,}76} \frac{\mu b}{(1+\alpha\theta)^2} \frac{dh}{h+c}.$$

» Si l'on porte les valeurs de tang I (8) et de dn (9) dans (6), puis la valeur obtenue pour dI, et celle de x (3), dans (2), il vient, après remplacement des limites O et L_1 de l'intégrale par les limites correspondantes h_1 et H,

$$\varepsilon_1 = \frac{0{,}00000108}{p^2} \frac{B}{0{,}76} \frac{\mu b}{(1+\alpha\theta)^2} \int_{h_1}^{H} \frac{(h-h_1)\,dh}{h+c}$$
$$= \frac{0{,}00000108}{p^2} \frac{B}{0{,}76} \frac{\mu b}{(1+\alpha\theta)^2} \left[(H-h_1) + (h_1+c)\,\mathcal{L}\frac{h_1+c}{H+c}\right].$$

» On aura de même, sur la *cote* h_3 *d'arrière*, une erreur

$$A a = \varepsilon_3 = \frac{0{,}00000108}{p^2} \frac{B}{0{,}76} \frac{\mu b}{(1+\alpha\theta)^2} \left[(H-h_3) + (h_3+c)\,\mathcal{L}\frac{h_3+c}{H+c}\right].$$

» La correction finale ε à ajouter à la *différence brute* D *de niveau* ($D = h_3 - h_1$) est

$$\varepsilon = \varepsilon_3 - \varepsilon_1$$

ou, les quantités B, D, H, h_1 et h_3 étant exprimées en mètres,

$$(10) \quad \varepsilon = -\frac{0^{mm}{,}00108}{p^2} \frac{B}{0{,}76} \frac{\mu b}{(1+\alpha\theta)^2} \left[D - (h_3+c)\,\mathcal{L}\frac{h_3+c}{H+c} + (h_1+c)\,\mathcal{L}\frac{h_1+c}{H+c}\right]. \text{ »}$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la répartition des déformations dans les métaux soumis à des efforts.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. A. Cornu.

« M. le commandant Hartmann a présenté à l'Académie des Sciences, le 5 mars 1894, une Note développée ultérieurement dans la *Revue d'Artillerie*, et dans laquelle il expose les résultats d'expériences qui l'ont conduit à une série de conclusions sur la répartition des déformations dans les métaux soumis à des efforts. Entre autres résultats, on trouve indiqué que les

métaux se comportent tous comme des corps homogènes, et que les constituants indiqués par l'étude microscopique n'interviennent pas dans la répartition des déformations. En cherchant à répéter ces intéressantes expériences, j'ai observé des faits qui semblent indiquer que cette conclusion ne comporte pas une aussi grande généralité.

» J'ai opéré sur des métaux industriels pour lesquels l'examen microscopique, après attaque à l'acide, permet facilement de mettre en évidence une texture hétérogène; les essais ont porté sur de l'acier doux, du bronze d'étain, du laiton recuit, du laiton d'aluminium, du métal Roma, du métal Laveissière; ils comprenaient des essais à la traction et à la compression.

» Pour ces métaux, et plus particulièrement pour l'acier, on a pu, en déformant le métal préalablement recouvert d'une couche d'oxyde par un recuit au bleu, reproduire les phénomènes signalés par M. le commandant Hartmann; mais il n'en a pas été de même dans d'autres conditions.

» Les éprouvettes ont été soigneusement polies, de façon à éviter, autant que possible, tout écrouissage de la surface; pour cela, le polissage était effectué à la main, avec des papiers d'émeri de plus en plus fins et terminé au rouge d'Angleterre. Les surfaces des éprouvettes, ainsi polies, ne présentent pas de modifications sensibles à l'œil nu, quand on leur fait subir une légère déformation permanente; ces modifications existent néanmoins, mais elles ne sont visibles que dans certaines conditions; le meilleur procédé consiste à examiner les surfaces au microscope, en éclairant verticalement, de préférence avec l'oculaire éclairant de M. Cornu, et employant un objectif très faible, le grossissement se faisant par l'oculaire. Dans ces conditions, il se produit des jeux d'ombre et de lumière qui mettent en évidence de légères déformations de la surface.

» L'aspect de la surface, ainsi examinée, présente alors une analogie frappante avec celui des surfaces légèrement attaquées par un réactif chimique sans avoir subi aucune déformation. L'attaque chimique ne fait d'ailleurs qu'accentuer cet aspect; si, par exemple, on oxyde légèrement le métal déformé, en le chauffant au contact de l'air, on voit l'oxydation se produire inégalement, accentuer les séparations qui ne se révélaient d'abord que par des différences d'éclairement, et donner finalement une préparation presque identique à celle que l'on aurait obtenue s'il n'y avait pas eu de déformation permanente.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un certain nombre de microphotographies reproduisant les surfaces ainsi modifiées. Ces surfaces

n'étant pas planes, la netteté n'est pas aussi grande que dans les procédés micrographiques ordinaires; elle suffit néanmoins pour justifier les résultats énoncés plus haut.

» Ces expériences me semblent permettre d'énoncer les conclusions suivantes. Pour les métaux examinés et dans les conditions indiquées plus haut: 1° les déformations, observables à la surface d'une éprouvette soumise à une déformation permanente, sont localisées d'après la nature et la répartition des constituants que met en évidence l'étude micrographique du métal; 2° l'attaque chimique des métaux agit après comme avant la déformation, en mettant en évidence des constituants inégalement attaquables, et qui, d'après les résultats précédents, sont aussi inégalement déformables.

» M. le commandant Pralon avait indiqué, en 1893, que la surface des barreaux de laiton présente après étirage un grain d'autant plus grossier que le recuit du métal a été poussé plus loin; j'ai signalé d'autre part, vers la même époque, que la grandeur des cristaux constitutifs du laiton augmente avec la température du recuit. Le rapprochement de ces deux résultats, complètement indépendant des recherches actuelles, vient donc confirmer les conclusions ci-dessus. »

PHYSIQUE. — *Sur la densité et sur la chaleur spécifique moyenne entre 0° et 100° des alliages de fer et d'antimoine.* Note de M. **J. Laborde**, présentée par M. Lippmann.

« Ces alliages ont été obtenus en chauffant au four Perrot, dans un creuset brasqué, de l'antimoine pur cristallisé avec du fil de fer pur coupé en petits morceaux. L'antimoine fondant le premier dissolvait ensuite le fer, et l'alliage, rendu homogène par l'agitation du creuset, était coulé dans une lingotière où il se refroidissait rapidement. On a préparé ainsi huit échantillons d'alliages différents sur lesquels on a déterminé la densité et la chaleur spécifique moyenne entre 0° et 100°.

» Le Tableau suivant donne : 1° la quantité de fer contenue dans les alliages et fournie par l'analyse ; 2° la densité à 0° de ces alliages ; 3° la chaleur spécifique calculée d'après la composition, en prenant pour chaleurs spécifiques du fer et de l'antimoine celles qui ont été déterminées sur les échantillons des métaux employés, et qui étaient de 0,1136 pour le fer et 0,0509 pour l'antimoine.

Numéros des alliages.	Fer pour 100.	Densité à 0°.	Chaleur spécifique trouvée.	Chaleur spécifique calculée.
1............	18,48	7,211	0,0639	0,0625
2............	25,69	7,912	0,0688	0,0670
3............	35,42	8,300	0,0753	0,0731
4............	39,20	8,071	0,0779	0,0754
5............	43,12	8,298	0,0797	0,0778
6............	55,02	8,159	0,0869	0,0854
7............	61,20	8,120	0,0903	0,0892
8............	81,20	7,800	0,1028	0,1019

» Presque toutes les densités sont égales ou supérieures à celle du fer, le plus lourd des métaux composants; il y a donc une contraction considérable pendant la formation de l'alliage. A mesure que la proportion de fer croît, la densité augmente d'abord très rapidement pour diminuer ensuite plus lentement qu'elle n'a augmenté; dans le voisinage du sommet de la courbe il y a un point singulier qui correspond à l'alliage n° 4, et qui se trouve placé notablement au-dessous des points n° 3 et n° 5.

» Les nombres trouvés pour la chaleur spécifique sont tous plus grands que les nombres calculés d'après la règle des mélanges, et les différences les plus importantes sont de beaucoup supérieures aux erreurs d'expérience. Le maximum d'écart a lieu pour l'alliage n° 4 qui se distingue encore des autres de cette manière. La composition de cet alliage est voisine de celle qui est représentée par la formule $Fe^3 Sb^4$ correspondant à 38 pour 100 de fer.

» Ces quelques remarques sur la densité et la chaleur spécifique des alliages de fer et d'antimoine me paraissent concorder avec les résultats obtenus par M. Weiss (¹) qui a trouvé que les propriétés magnétiques de ces alliages augmentent brusquement lorsque la proportion de fer atteint et dépasse celle qui correspond encore à l'alliage $Fe^3 Sb^4$. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination du rapport* $\frac{C}{c}$ *pour les gaz.* Note de MM. G. **Maneuvrier** et J. **Fournier**, présentée par M. Lippmann (²).

« I. Les recherches que l'un de nous a faites sur le rapport γ des deux chaleurs spécifiques des gaz, et dont il a communiqué à l'Académie les

(¹) *Thèse pour le Doctorat ès Sciences physiques.* Paris; 1896.

(²) Ce travail a été effectué au laboratoire des recherches (Physique) de la Sorbonne.

premiers résultats (¹), sont fondées sur l'emploi d'une formule à termes différentiels, $\gamma = \frac{dp_q}{dp_t}$, déduite du théorème de Reech : dp_q et dp_t étant les variations *élémentaires* de pression, l'une adiabatique et l'autre isotherme, qui correspondent à une même variation *élémentaire* de volume dv. Il en résulte que la vraie valeur de γ n'est pas donnée par telle ou telle valeur finie $\frac{\Delta p_q}{\Delta p_t}$ du rapport précédent, mais par la valeur-limite qu'atteint ce rapport lorsqu'on fait tendre vers zéro la variation de volume Δv.

» Dans la pratique, comme la précision des mesures diminue en même temps que la grandeur des Δv, M. Maneuvrier s'était contenté de déterminer un certain nombre de valeurs du rapport $\frac{\Delta p_q}{\Delta p_t}$, aussi voisines que possible de la limite, et d'en prendre la moyenne. Ce sont ces moyennes qu'il a présentées à l'Académie, comme ses résultats définitifs, pour l'air, l'acide carbonique et l'hydrogène. Mais ayant entrepris, avec la collaboration de M. J. Fournier, la détermination de γ pour les autres gaz, nous vons cherché à appliquer la méthode dans toute sa rigueur. Quelques perfectionnements de détail apportés aux procédés de mesure nous ont permis de déterminer, avec une précision constante, des points plus rapprochés de la limite. Portant en abscisses les valeurs décroissantes de Δv et en ordonnées les valeurs correspondantes de $\frac{\Delta p_q}{\Delta p_t}$, mesurées directement, nous avons construit par points une courbe dont l'intersection avec l'axe des ordonnées donne rigoureusement, par son ordonnée, la valeur-limite $\frac{dp_q}{dp_t}$. Nous avons obtenu ainsi trois courbes pour les trois gaz que j'avais étudiés précédemment : elles confirment mes résultats antérieurs.

» II. La courbe relative à l'air est une droite, extrêmement peu inclinée sur l'axe des Δv et qui reste toujours au-dessous de l'ordonnée 1,40; elle coupe l'axe des ordonnées au point 1,395 : telle serait la valeur-limite de γ pour l'air. J'avais trouvé antérieurement le nombre 1,3924 comme moyenne de mes mesures; la moyenne de nos mesures actuelles est égale à 1,3922.

» La courbe relative à l'anhydride carbonique est également une droite, aussi peu inclinée que la précédente sur l'axe des Δv et qui reste toujours au-dessous de l'ordonnée 1,30; elle coupe l'axe des ordonnées au point

(¹) Mémoire de M. Maneuvrier; Séance du 24 juin 1895.

1,298 : telle serait la valeur-limite de γ pour l'anhydride carbonique. J'avais trouvé antérieurement ce même nombre comme valeur moyenne de mes mesures; la moyenne de nos valeurs actuelles s'élève à 1,2993.

» Enfin la courbe relative à l'hydrogène a une allure moins simple. Sensiblement parallèle à l'axe des Δv, pour les plus grandes valeurs de Δv, elle s'infléchit à mesure que Δv diminue. Il en résulte que, si l'on prolonge la partie antérieure jusqu'à l'axe des ordonnées, on trouve la valeur-limite 1,380, tandis que la courbe elle-même coupe l'axe au point 1,417 : telle serait donc la valeur-limite de γ pour l'hydrogène. Mais nous nous hâtons d'ajouter que l'hydrogène est un gaz si fluide, si fugitif, si perméable à la chaleur que nous avons éprouvé, comme, d'ailleurs, tous nos devanciers, les plus grandes difficultés à obtenir avec lui des mesures bien concordantes, de sorte que nous croyons devoir nous en tenir pour ce gaz à la moyenne des résultats antérieurs, 1,384.

» III. A un point de vue plus général, ce procédé de construction par points de la courbe adiabatique des gaz est sujet à deux objections. D'abord les points successifs correspondent respectivement à des mesures différentes, qu'on ne peut effectuer ni dans la même séance, ni dans la même journée, ni, par suite, dans les mêmes conditions de température et de pression : cela peut évidemment nuire à l'homogénéité de la courbe. Ensuite les points les plus intéressants à connaître, c'est-à-dire les plus voisins de l'axe des ordonnées, restent quand même les moins bien déterminés. La méthode ne pourra, à notre avis, être appliquée en toute rigueur que par un procédé expérimental permettant de tracer, d'un coup et automatiquement, les valeurs successives de Δp_q qui correspondent aux valeurs successives de Δv, pendant la durée d'une même compression adiabatique. C'est dans cette voie que nous poursuivons nos recherches, d'après un principe indiqué dans le Mémoire antérieur de l'un de nous. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dépendance entre le rayonnement d'un corps et la nature du milieu environnant.* Note de M. **Smoluchowski de Smolan**, présentée par M. Lippmann.

« Clausius a déduit (*Pogg. Ann.*, t. CXXI) des principes de la Thermodynamique une loi qui établit une dépendance entre la radiation calorifique et le milieu dans lequel le corps rayonnant est plongé : le pouvoir d'émission devrait être proportionnel, selon Clausius, au carré de l'indice de réfraction du milieu.

» La seule tentative d'une vérification expérimentale a été faite par Quintus Icilius (*Pogg. Ann.*, t. CXXVII); il mesurait la radiation d'une plaque noircie enfermée dans une boîte qui était remplie d'hydrogène ou d'acide carbonique. Le résultat est bien problématique à cause de la petitesse du pouvoir réfringent des gaz et, chose bien plus grave encore, contraire à la théorie, puisqu'il a négligé la réfraction des rayons à la superficie entre l'air et le gaz, qui devait produire un effet contraire et presque égal à l'effet du milieu.

» J'ai essayé de vérifier cette formule, en évitant ces défauts, à l'aide d'un dispositif semblable à celui employé pour la mesure relative de la conductibilité calorifique des liquides, d'après Christiansen.

» Supposons trois plaques parallèles, en distances égales $=b$; que la supérieure noire soit maintenue à la température θ (par la vapeur d'éther à 35°), l'inférieure, aussi noire, refroidie par de la glace à zéro. Imaginons que la plaque du milieu, bien polie, réfléchisse complètement les radiations calorifiques; dans ce cas, sa température sera la moyenne $= \frac{\theta}{2}$, si la conductibilité ne varie pas avec la température et si les distances sont égales; au cas contraire, elle diffère un peu : $= \frac{\theta}{2} + \Delta$.

» Si nous couvrons la face supérieure de cette plaque avec un vernis noir, d'un pouvoir d'absorption égal à m, la radiation produira une élévation de température égale à $\frac{\sigma e^{-\alpha b} m}{2k}$, où σ désigne le pouvoir d'émission de la plaque supérieure, k la conductibilité du milieu et α son coefficient d'absorption.

» En faisant les deux mêmes opérations une fois dans l'air, l'autre fois dans le liquide, nous pouvons trouver le rapport des radiations dans les deux cas en fonction de la conductibilité et du pouvoir d'absorption du liquide.

» Une analyse plus exacte montre qu'il faut tenir compte encore, d'une part, de l'obliquité des rayons différents, ce qui fait remplacer le facteur $e^{-\alpha b}$ par

$$2\int_1^\infty \frac{e^{-\alpha b x}}{x^3}\,dx,$$

et, d'autre part, de ce que le liquide réchauffé émet lui-même aussi des radiations, et qu'il faut ajouter, par conséquent, un terme

$$2\frac{\alpha}{b}\int_1^\infty \frac{dx}{x^4}\int^{bx} e^{-\alpha r}\,r\,dr,$$

et, enfin, que le rayonnement change aussi un peu la température du milieu, par conséquent l'accroissement linéaire de la température et le flux de chaleur, ce qui fait ajouter un terme

$$\frac{2}{\alpha b}\left(\frac{1}{3}+\int_{1}^{\infty}\frac{e^{-\alpha b x}}{x^{4}}\,dx\right)-\frac{4}{\alpha^{2} b^{2}}\left(\frac{1}{4}-\int_{1}^{\infty}\frac{e^{-\alpha b x}}{x^{5}}\,dx\right),$$

le tout se réduisant ainsi à l'expression

$$\frac{4}{3\alpha b}+\frac{1}{\alpha^{2} b^{2}}\left(-1+4\int_{1}^{\infty}\frac{e^{-\alpha b x}}{x^{5}}\,dx\right).$$

Les termes d'ordre supérieur sont négligés.

» Les distances entre les plaques devaient rester bien invariables pendant les mesures, ce que j'ai effectué en les séparant par des morceaux de tubes de verre très minces; leurs contours étaient réunis par un ruban de papier qui était rendu imperméable par de la colle de poisson, l'ensemble formant ainsi une boîte qu'on pouvait remplir de liquide par des tubes latéraux. Je choisis comme liquide le sulfure de carbone, dont le coefficient d'absorption est le plus petit connu jusqu'à présent. La plaque centrale était faite en aluminium, qui ne noircit pas sous l'action du sulfure de carbone; toutes les trois étaient reliées entre elles, et avec un galvanomètre Thomson, par des fils de fer et de nickel formant des couples thermo-électriques, ce qui permettait de mesurer les différences des températures des trois plaques.

» Plusieurs expériences ont donné comme résultat moyen, rapport de la radiation dans les deux milieux :

$$\frac{\sigma'}{\sigma}=\frac{182,9}{511,5}\,\frac{k'}{k}$$

(avec une correction à cause du rayonnement extérieur).

» Les valeurs de la conductibilité du sulfure de carbone, k', trouvées par des expérimentateurs différents, varient de 0,000267 jusqu'à 0,000595; des mesures relatives à l'alcool et à l'essence de térébenthine que j'ai faites avec un appareil semblable, mais muni encore, d'après le procédé ingénieux inventé par M. Derget, d'un *guard ring*, m'ont donné

$$k' = 0,000494.$$

» Si l'on prend pour k la valeur moyenne 0,0000533, en y ajoutant encore 0,0000161 à cause de l'absorption partielle du rayonnement par la

plaque polie, on trouve

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = 2,5454,$$

et pour $\sqrt{\frac{\sigma'}{\sigma}}$, ce qui devrait être égal à l'indice de réfraction, 1,595. Par extrapolation des mesures de l'indice de réfraction, faites par M. Rubens (*Wied. Ann.*, t. XLV), d'après la formule de Ketteler, je trouve pour ces longueurs d'onde ($\lambda = 10\mu$) :

$$n = 1,523.$$

» La loi de Clausius se trouve donc confirmée par ces expériences d'une façon suffisante, attendu que de petites erreurs sur les grandeurs mesurées, surtout sur l'absorption, ont une influence considérable sur le résultat ([1]). »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Endographie cranienne au moyen des rayons Röntgen.* Note de MM. **Remy** et **Contremoulins**, présentée par M. Marey.

« Nous avons obtenu au laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine, des épreuves d'Endographie cranienne très supérieures, par leur netteté, à ce qui a été fait jusqu'ici. La supériorité de ces épreuves tient, d'une part, à l'emploi du dispositif imaginé par M. Collardeau ; d'autre part, à l'éloignement de la source lumineuse.

» M. Contremoulins a également obtenu, en déplaçant convenablement la source lumineuse, des images de squelettes d'animaux qui, disposées l'une à côté de l'autre et regardées en faisant converger les yeux, ont un grand relief stéréoscopique. Mais des résultats analogues ont été, paraît-il, déjà publiés en Italie. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Étude sur l'azote et l'argon du grisou.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la suite de recherches, dont je l'ai déjà entretenue (*Comptes rendus*, 17 février 1896), sur la composi-

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Lippmann, à la Sorbonne.

tion du grisou. J'ai été conduit à étudier ce gaz comme un produit de la décomposition lente des matières végétales dans le cas particulier de leur transformation en houille. J'en ai d'abord envisagé la partie combustible, et je pensais m'en tenir là. Mais bientôt la partie incombustible ou plus exactement l'azote et ensuite l'argon de cette partie m'ont paru dignes aussi d'intérêt; ils ont longuement retenu mon attention; je vais résumer cette nouvelle étude.

» Il y a toujours de l'azote dans le grisou. Sa proportion y varie entre des limites fort écartées; sur 23 échantillons de provenances différentes, j'ai obtenu comme taux extrêmes 0,75 et 30 pour 100 [1]. D'où provient cet azote? On admet le plus souvent, je crois, qu'il a été dégagé par les principes azotés des matières végétales, passées à l'état de houille. Il paraît bien difficile de lui accorder une telle origine; car, dans les décompositions lentes reproduites au laboratoire, on n'observe ni une si grande variabilité, ni surtout une si forte exagération du taux de l'azote mis en liberté. Il était donc naturel de songer à l'air comme source possible de l'azote du grisou. Je cherchai s'il y aurait de l'argon dans cet azote; j'en trouvai 1,1 pour 100, taux assez voisin de celui (1,19) qui caractérise l'azote de l'air; il semblait y avoir là une preuve en faveur de l'origine atmosphérique de l'azote du grisou.

» M. Leproux, ingénieur au corps des Mines, connut ces résultats. Pour me permettre de les vérifier, il eut l'idée de m'offrir, en vue de la recherche de l'argon, du grisou de Saint-Étienne et du Plat-de-Gier, qu'il savait dégagé sous pression notable et qui provenait par suite de portions de massif où l'air ne devait pas avoir pénétré dans les temps actuels. Si l'azote de pareil grisou possédait le taux d'argon particulier à l'azote atmosphérique, on pourrait admettre que l'air auquel il appartenait avait été emprisonné dans la houille, vers l'époque reculée où s'y était formé le grisou, c'est-à-dire que, suivant l'expression de M. Leproux, on serait en présence d'*air fossile*.

» Ainsi il devenait de plus en plus intéressant de déterminer avec précision la proportion d'argon contenue dans l'azote du grisou. Un premier

---

(1) Bien entendu, il ne s'agit ici et plus loin que d'échantillons de gaz exempts d'air introduit lors du prélèvement. C'est pourquoi je ne tiens pas compte de l'échantillon de Blanzy, cité dans ma première Note et renfermant 40 pour 100 d'azote; il était puisé par aspiration dans le massif et pouvait être ainsi souillé d'azote, appelé du dehors par l'aspiration même.

dosage, portant sur du grisou de Saint-Etienne, me donna 1,18 d'argon pour 100 d'azote. C'était justement le même taux que dans l'azote atmosphérique. Encouragé par ce résultat, je généralisai les recherches. Avec la recommandation de M. l'inspecteur général des Mines Aguillon, je demandai du grisou à diverses Compagnies minières. Les directeurs et ingénieurs de ces Compagnies mirent un empressement pour lequel je leur exprime mes plus vifs remercîments, à me fournir tous les échantillons qui m'étaient nécessaires, les prélevant autant que possible à des soufflards ou des trous de sonde qui débitaient le gaz sous pression sensible.

» On a recueilli chaque échantillon en faisant passer dans une série de quatre ou six bouteilles de $6^{lit},5$ (1) un courant de grisou qui chassait l'air par déplacement; puis les bouteilles étaient fermées par des pinces serrant de bons caoutchoucs à vide. La récolte du grisou sur l'eau doit être ici proscrite si l'on veut atteindre à une grande précision; car l'eau, qui dissout sensiblement et inégalement l'azote et l'argon, pourrait altérer le rapport cherché des deux gaz, le diminuant ou l'exagérant suivant les cas.

» Pour arriver à la détermination de ce rapport, il faut, quand on a le grisou, en séparer d'abord l'azote avec son argon. A cet effet, on envoie le grisou sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge, puis dans de la potasse. J'ai trouvé très avantageux d'employer à cette opération un appareil analogue à celui qui me sert pour le dosage de l'argon et dans lequel une trompe à mercure fait constamment circuler les gaz sur les réactifs. On introduit le grisou dans l'appareil à mesure qu'il y disparaît, jusqu'à ce qu'on ait obtenu un suffisant volume d'azote. Le vide est fait au début pour éliminer l'air et à la fin pour extraire l'azote et l'amener dans un volumètre où il est mesuré. De cet azote on prélève un petit échantillon dont on détermine le degré de pureté par l'analyse eudiométrique; on trouve généralement qu'il renferme de 0 à 0,5 pour 100 d'acide carbonique et de gaz combustible, dont on tient compte dans les calculs. On dose enfin l'argon dans l'azote ainsi préparé suivant un procédé que j'ai décrit antérieurement. J'ai parlé d'argon pour simplifier le langage. Mais la véritable nature de l'élément dosé n'est pas absolument établie dans les opérations indiquées. Il en faut une démonstration par le spectre. Je l'ai eue, en me servant de tubes de Plücker où j'avais introduit avec les précautions convenables les résidus gazeux à examiner.

» Je ne saurais présenter aujourd'hui tous mes résultats et mes conclusions. Je puis dire seulement que j'ai toujours trouvé, dans l'azote extrait du grisou, une proportion notable d'argon. Je reviendrai sur le point de savoir dans quelle mesure cet argon révèle la provenance de l'azote. Mais tout de suite une question se pose à laquelle il faut répondre : l'argon du grisou viendrait-il de la houille ?

---

(1) La série est contenue dans une caisse d'où les bouteilles ne sont pas retirées pour la prise d'échantillon et qui se transporte commodément.

» J'ai recherché l'argon dans les houilles de Saint-Étienne et du Plat-de-Gier.

» Les échantillons analysés ont été finement pulvérisés, puis soumis au vide et à un véritable dosage d'azote en volume. Le gaz obtenu a été mesuré, vérifié par l'analyse eudiométrique sous le rapport de la pureté, puis on l'a traité de façon à isoler l'argon. 22^{gr} de houille (non desséchée) de Saint-Étienne ont donné ainsi 243^{cc} ou $0^{gr},304$ d'azote (soit en poids 1,38 pour 100), lesquels, à la suite des opérations propres à séparer l'argon, ont laissé un résidu gazeux d'environ $0^{cc},08$; de même, avec $18^{gr},3$ de houille du Plat-de-Gier, on a obtenu 196^{cc} ou $0^{gr},245$ d'azote (soit 1,34 pour 100), d'où l'on a retiré un résidu d'environ $0^{cc},05$. Ces résidus équivalaient à peu près à $\frac{1}{50}$ de l'argon qu'aurait fourni de l'azote atmosphérique. Encore pouvaient-ils représenter des impuretés étrangères aux matières analysées et provenant, en particulier, des dissolutions de potasse qu'on avait dû employer en quantités très importantes.

» En définitive, les houilles examinées contenaient au plus, si toutefois elles en contenaient, $\frac{1}{2000000}$ d'un élément comparable à de l'argon. Il n'est pas à penser que les traces, d'ailleurs problématiques, de cet élément aient fait sentir leur influence sur la composition du grisou, à moins de supposer, bien gratuitement, que les matières végétales ayant donné la houille aient dégagé tout l'argon qu'elles auraient renfermé avant leur transformation; mais, avant cette transformation même, tout porte à croire qu'elles n'en renfermaient pas en quantité appréciable.

» Je me propose de continuer l'exposé de ces recherches dans une prochaine Note. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation de l'acide sélénique.* Note de M. R. **Metzner**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les permanganates oxydent avec la plus grande facilité l'acide sélénieux dissous : avec le permanganate de potasse, par exemple, il se produit du sesquioxyde de manganèse, et si l'on opère en présence d'un excès de permanganate, l'oxydation est complète. La réaction qui se produit est la suivante, comme il est facile de s'en assurer à l'aide de deux liqueurs titrées :

$$Mn^2O^7, K^2O \text{ diss.} + 4\,SeO^2 \text{ diss.} = 3\,SeO^3 \text{ diss.} + SeO^3, K^2O.$$

» Si l'on opère en liqueurs étendues, le sesquioxyde de manganèse produit ne se dissout pas dans l'acide sélénique, de sorte que la liqueur obtenue est incolore ou présente seulement une légère couleur rosée due au

permanganate en excès; en se plaçant dans ce dernier cas, on est absolument certain, d'une part, qu'il ne reste plus trace d'acide sélénieux; d'autre part, qu'il n'y a de manganèse dissous ni à l'état de protoxyde, ni à celui de sesquioxyde. En opérant avec soin, on peut faire en sorte que la teinte rose obtenue corresponde à moins de $\frac{1}{10000000}$ de permanganate. On obtient ainsi un mélange de séléniate de potasse avec de l'acide sélénique en excès; pour passer de là à l'acide sélénique pur, on pourrait précipiter la potasse avec de l'acide hydrofluosilicique bien exempt d'acide fluorhydrique. L'opération est parfaitement réalisable, mais elle devient pénible quand on veut agir sur une masse un peu importante d'acide sélénieux, et elle entraîne des pertes notables d'acide sélénique.

» J'ai préféré employer comme oxydant l'acide permanganique lui-même, retiré du permanganate de baryte, en précipitant cette dernière par de l'acide sulfurique titré.

» Pour avoir de l'acide sélénique rigoureusement pur, il convient de préparer soi-même le permanganate de baryte, ce qui est aisé en se servant de la méthode indiquée par MM. Rousseau et Bruneau (1); l'acide qu'on obtient en faisant usage du permanganate de baryte cristallisé du commerce ne contient d'ailleurs que des quantités très faibles d'impuretés.

» Un dosage de baryte et une liqueur titrée d'acide sulfurique permettent d'effectuer *exactement* la séparation, ce qui est important à cause de la solubilité du séléniate de baryte. On vérifie que le résultat est obtenu en prélevant un échantillon qu'on partage en deux parties égales : on ajoute dans le premier un sel de baryte, dans le second de l'acide sulfurique, et on n'accepte pas l'acide permanganique si l'une des deux liqueurs donne au bout de vingt-quatre heures un précipité si léger qu'il soit.

» Disons en passant que, pour effectuer le dosage de la baryte, il convient au préalable de détruire l'acide permanganique par une ébullition prolongée avec de l'acide chlorhydrique de manière à obtenir une liqueur absolument incolore. Si l'on opère autrement, le sulfate se précipite coloré en rose, couleur dont je n'ai pu le débarrasser par aucun réactif de la voie humide.

» Pour oxyder l'acide sélénieux, il faut n'employer que des solutions étendues; de plus, pour éviter la formation possible de séléniate ou de sélénite de protoxyde de manganèse qui, étant insolubles, occasionneraient une perte d'une partie du sélénium, il convient de verser l'acide sélénieux dans l'acide permanganique, afin que l'oxydant soit toujours en excès.

» Quand la décoloration est complète, on sépare avec le filtre une masse volumineuse d'oxyde hydraté qu'on lave à l'eau chaude pour lui enlever tout l'acide sélénique qu'elle retient, puis on évapore les eaux de lavage, de manière à revenir sensiblement au volume primitif.

---

(1) G. Rousseau et B. Bruneau, *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 229; 1881.

» On constate toujours alors qu'une goutte d'acide permanganique ajoutée à la liqueur est décolorée, que celle-ci, par conséquent, contient encore une petite quantité d'acide sélénieux. On peut s'assurer, d'autre part, qu'elle renferme toujours aussi une proportion, variable mais très faible de manganèse, introduite surtout pendant la concentration.

» Pour se débarrasser à la fois de ces deux matières, on ajoute un peu d'acide permanganique qui oxyde les dernières traces d'acide sélénieux et transforme, en même temps, le sel de protoxyde de manganèse en sel de sesquioxyde et la liqueur prend une teinte extrêmement foncée due à ce dernier sel.

» Il peut alors se produire deux cas suivant les quantités relatives d'acide sélénieux non oxydé et de protoxyde de manganèse que contenait la liqueur ; parfois, au bout d'une douzaine d'heures, l'oxyde de manganèse provenant de la décomposition du sel de sesquioxyde est complètement séparé ; d'autres fois, au contraire, il est nécessaire de chauffer la liqueur presque à l'ébullition pour obtenir ce résultat. On y arrive, dans tous les cas, en ajoutant une goutte d'acide sélénieux ; celui-ci détermine la séparation de l'oxyde au bout de quelques instants, tout comme si l'on avait affaire à de l'oxyde colloïdal.

» Si la liqueur est incolore, on lui ajoute assez d'acide permanganique pour que, en la regardant sous une épaisseur de 20^{cm}, elle ait une coloration rose sensible qui doit persister vingt-quatre heures après ; il suffit alors de concentrer pour avoir un acide sélénique bien exempt d'acide sélénieux et contenant une très petite quantité de manganèse non pesable.

» Le procédé précédemment indiqué pour la précipitation du manganèse s'applique dans des conditions qui en font une méthode analytique commode ; en essayant, par exemple, de précipiter le manganèse de son sulfate, j'ai obtenu le même résultat que précédemment et une séparation tout aussi complète de l'oxyde.

» Pendant la concentration de l'acide sélénique, la coloration rose disparaît, par suite de la destruction de la trace d'acide permanganique qu'il renfermait, et la liqueur demeure incolore jusque vers 200° à 210°. Si l'on pousse la concentration plus loin, la coloration réapparaît ; il y a donc, dès cette température, réduction partielle de l'acide sélénique. Mais on peut pousser la concentration plus loin sans élever davantage la température, à la condition d'opérer dans le vide ; on peut obtenir alors un acide contenant 12 pour 100 d'eau, dont la composition correspond à celle de l'acide monohydraté SeO^4H^2.

» L'étude des propriétés de cet acide et de celle de l'hydrate à 2 molécules d'eau que j'ai obtenus, tous deux cristallisés, fera l'objet d'une prochaine Communication [1]. »

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Ditte, à la Sorbonne.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau cobaltite : le cobaltite de magnésium.* Note de M. E. Dufau, présentée par M. H. Moissan.

« L'existence d'un bioxyde de cobalt correspondant au bioxyde de manganèse a été démontrée par les observations de MM. Fischer ([1]) (1889), A. Carnot ([2]) (1889), Schrœder ([3]) (1890) et Vortmann ([4]) (1891).

» Schwarzemberg ([5]) a décrit, en 1856, un composé répondant à la formule $3Co^3O^5.K^2O + 3H^2O$, dans lequel il soupçonnait le rôle acide du bioxyde de cobalt et qu'il regardait comme pouvant s'écrire

$$\left.\begin{matrix} K^2O \\ 2H^2O \end{matrix}\right\} 3CoO^2 + 3(CoOCoO^2) + H^2O.$$

» Cette propriété du bioxyde de cobalt, de pouvoir se combiner avec les oxydes basiques, a été définitivement mise en évidence par M. G. Rousseau ([6]), qui a décrit deux cobaltites de baryum : l'un $2CoO^2.BaO$, l'autre obtenu à plus haute température CoO^2BaO.

» En poursuivant nos expériences en vue de l'étude de l'action des hautes températures sur les mélanges d'oxydes métalliques, nous avons obtenu un nouveau composé, le cobaltite de magnésium, répondant à la formule CoO^3Mg.

» Pour cela nous avons chauffé, dans le four électrique de M. Moissan, pendant dix minutes et avec un arc de 300 ampères et 70 volts, un mélange intime de 150^{gr} de sesquioxyde de cobalt et de 75^{gr} de magnésie. L'opération terminée, le produit, qui avait subi un fort retrait, se présentait sous la forme d'une masse cristalline d'un rouge grenat très foncé, tranchant sur la teinte bleu foncé qu'avait prise la chaux du four dans le voisinage du mélange. Cette masse cristalline a été d'abord concassée, puis laissée pendant plusieurs jours en contact avec de l'eau faiblement acidulée par l'acide acétique.

» Le résidu de ce traitement est parfaitement homogène et possède une texture cristalline très nette; au microscope, les gros fragments ont un reflet métallique, les parties minces sont transparentes et d'une jolie teinte grenat. La densité du cobaltite

---

(1) Fischer, *Chem. Centratblatt,* t. I, p. 705.
(2) A. Carnot, *Comptes rendus,* t. CVIII, p. 610.
(3) Schrœder, *Chem. Centralblatt,* t. I, p. 933.
(4) Vortmann, *Berichte,* t. XXIV, p. 2744.
(5) Schwarzemberg, *Ann. der Chem. und. Ph.*, t. XCVII, p. 211.
(6) G. Rousseau, *Comptes rendus,* t. CIX, p. 64.

de magnésium est de 5,06 à + 20°, sa dureté est moins grande que celle du verre, mais supérieure à celle de la fluorine.

» Le cobaltite de magnésium, dont la stabilité vis-à-vis de la chaleur est considérable, est assez sensible à l'action des différents agents chimiques. L'acide fluorhydrique le dissout assez facilement en donnant un mélange de fluorure de magnésium et de fluorure de cobalt, ce dernier partiellement soluble dans l'eau. L'acide chlorhydrique l'attaque avec dégagement de chlore, les acides azotique et sulfurique agissent moins énergiquement avec dégagement gazeux. La solution ammoniacale froide exerce également une action décomposante et s'empare de l'oxyde de cobalt en se colorant en rose.

» L'oxygène est sans action au rouge vif, le soufre agit facilement au-dessous du rouge en donnant du sulfure de cobalt. Le chlore l'attaque lentement avec formation d'un sublimé bleu de chlorure de cobalt, le brome agit de même, mais l'iode paraît sans action.

» L'acide fluorhydrique anhydre l'attaque avec production de fluorures; l'acide chlorhydrique anhydre l'attaque également au rouge avec formation d'un sublimé bleu de chlorure de cobalt en houppes soyeuses, et il reste dans la nacelle une masse fondue bleue extrêmement déliquescente.

» Enfin les oxydants tels que l'azotate et le chlorate de potassium sont absolument sans action.

» Pour l'analyse, le cobalt a été séparé à l'état de sulfure dans la dissolution chlorhydrique, transformé en oxyde et pesé à l'état de métal après réduction dans l'hydrogène; la magnésie a été précipitée à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Les résultats correspondent à la formule Co^3Mg.

» En résumé, en chauffant à l'aide de l'arc électrique un mélange convenable de sesquioxyde de cobalt et de magnésie, il y a, par fixation d'oxygène, transformation complète du mélange en un cobaltite de magnésium cristallisé, correspondant à la formule CoO^3Mg [1] ».

THERMOCHIMIE. — *Sur les dissolutions de l'acide trichloracétique.* Note de M. Paul Rivals.

« Les chaleurs de neutralisation de l'acide trichloracétique par la potasse et par l'ammoniaque varient notablement avec la dilution. Ainsi j'ai trouvé

$$\begin{cases} C^2Cl^3O^2H\,(1^{lit}) + AzH^3\,(2^{lit}) \text{ dégage} \ldots\ldots & +13^{Cal},85 \\ C^2Cl^3O^2H\,(4^{lit}) + AzH^3\,(2^{lit}) \ldots\ldots & +13^{Cal},10 \end{cases}$$

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire des hautes études de M. H. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

» L'hypothèse d'une dissociation par l'eau du sel ammoniacal ne suffit pas à expliquer cette différence. La chaleur de dilution de ce sel n'est en effet que de $+ 0^{Cal},2$ lorsqu'on passe de la dilution 3^{lit} à la dilution 6^{lit}.

» Au contraire, la chaleur de dilution de l'acide trichloracétique lui-même est beaucoup plus considérable; elle est de $0^{Cal},9$ lorsqu'on passe de la dilution 1^{lit} à la dilution 4^{lit}. On peut dès lors établir les deux cycles suivants :

$C^2Cl^3O^2H\ (1^{lit}) + AzH^3\ (2^{lit})$ dégage........	$+13^{Cal},85$	$14^{Cal},05$
$C^2Cl^3O^2.AzH^4$ dilué de 3^{lit} à 6^{lit}............	$+\ 0,20$	
$C^2Cl^3O^2H$ dilué de 1^{lit} à 4^{lit} dégage.........	$+\ 0,90$	14^{Cal}
$C^2Cl^3O^2H\ (4^{lit}) + AzH^3\ (2^{lit})$ dégage........	$+13,10$	

» La comparaison est, on le voit, tout à fait satisfaisante.

» Pour étudier plus en détail la chaleur de dissolution de l'acide trichloracétique à diverses concentrations, j'ai préparé à l'avance des solutions plus ou moins concentrées de cet acide, que j'ai ensuite diluées dans un certain volume d'eau portée à la même température. Dans ces conditions, on n'a pas à connaître la chaleur spécifique de la solution primitive. On mesure directement la chaleur de dilution $D(v, V)$ correspondant à un volume initial v et à un volume final V. Connaissant alors la chaleur de dissolution $Q(V)$ de l'acide solide dans un volume V, on a par différence la chaleur de dissolution $Q(v)$ correspondant à un volume v :

$$Q(v) = Q(V) - D(v, V). \tag{1}$$

» Les résultats obtenus sont très exactement représentés par l'équation

$$Q(v) = 3^{Cal},6\left(1 - \frac{2}{5\sqrt[3]{v}} - \frac{1}{5\sqrt[3]{v^2}}\right). \tag{2}$$

» Si l'on veut bien remarquer que $\sqrt[3]{v}$ est proportionnel à la distance moyenne des molécules d'acide dans le dissolvant ; que, d'autre part, le troisième terme devient rapidement négligeable quand v augmente, on voit que la chaleur de dilution, manifestation de l'énergie développée dans le phénomène, varie proportionnellement à l'inverse de ces distances moyennes. Le travail produit étant proportionnel à $\frac{1}{l}$, les forces mises en jeu seraient dès lors proportionnelles à l'inverse des carrés des distances.

» Sans insister davantage pour le moment sur ces considérations théoriques, j'ajouterai simplement que l'équation (2) représente une courbe parfaitement régulière, qui coupe l'axe des abscisses pour $v = 0^{lit},4$ en-

viron : à cette concentration, l'acide trichloracétique solide se dissout sans phénomène thermique appréciable ; si v augmente, $Q(v)$ augmente et devient égal à $+2^{Cal},7$ pour $v = 8^{lit}$ (Pickering); si v diminue, $Q(v)$ décroît par des valeurs négatives et devient égal à $-2^{Cal},53$ pour $v = 0^{lit},11$.

» D'après Ostwald, la conductibilité moléculaire μ d'un électrolyte dissous est liée au volume v par l'équation

$$(3) \qquad \frac{\mu^2}{\mu_\infty(\mu_\infty - \mu)} = Kv,$$

μ_∞ étant la conductibilité limite (égale en moyenne à 370) et K une constante caractéristique de l'acide.

» Pour certains acides minéraux, pour l'acide chlorhydrique notamment, μ est toujours voisin de sa valeur limite; en fait, la chaleur de dilution de cet acide est négligeable dès que v est supérieur à 1^{lit} (M. Berthelot).

» Pour l'acide acétique au contraire [$K = 0,000018$] et pour la plupart des acides organiques, K est très petit et la conductibilité tend très lentement vers la valeur limite. Les variations de la chaleur de dissolution sont à peine appréciables au calorimètre (M. Berthelot).

» Enfin pour l'acide trichloracétique, $K = 1,21$, d'après Ostwaldt; à une variation rapide de μ doit correspondre et correspond en effet une variation rapide de $Q(v)$. En fait, il n'y a pas proportionnalité entre les valeurs de μ et celles de Q tirées des équations (2) et (3).

» Ceci m'amènera à examiner si, aux dilutions moyennes (1^{lit} à 20^{lit}), la conductibilité électrique de l'acide trichloracétique est bien réellement représentée par la formule d'Ostwaldt.

» Mais auparavant je veux montrer que la présence de l'acide chlorhydrique influe sur la dissociation de l'acide trichloracétique et la contrarie, de sorte que le mélange de deux dilutions convenables des deux acides peut produire une *absorption* de chaleur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le vinyltriméthylène et l'éthylidènetriméthylène.* Note de M. G. **Gustavson**, présentée par M. Friedel.

« En faisant réagir la poudre de zinc et l'alcool sur la tétrabromhydrine de la pentaérythrite [$C(CH^2Br)^4$], on obtient le vinyltriméthylène, sorte de styrol de la série grasse.

» Je prépare la tétrabromhydrine de la pentaérythrite par la méthode de MM. Tollens et Vigand (1). J'ai trouvé, cependant, qu'on peut considérablement diminuer la proportion de PBr^3 par rapport à la pentaérythrite. Je prends seulement quatre parties de PBr^3 (contre huit parties indiquées par MM. Tollens et Vigand) sur une partie de pentaérythrite. Il faut chauffer les tubes scellés premièrement au bain-marie pendant deux heures. On ouvre les tubes et on laisse dégager le gaz bromhydrique. En chauffant ensuite les tubes pendant vingt heures à la température de 150°, on obtient la quantité presque théorique de tétrabromhydrine

$$3C^5H^8(OH)^4 + 4PBr^3 = 3C^5H^8Br^4 + 4PH^3O^3.$$

» Pour obtenir le vinyltriméthylène, on chauffe à la température de 60°-70° le mélange de tétrabromhydrine, de poudre de zinc et d'alcool dilué. Il faut prendre la poudre de zinc et la tétrabromhydrine en quantités égales, le vinyltriméthylène distillé mélangé avec de l'alcool. L'eau sépare l'hydrocarbure qu'on obtient presque en quantité théorique et qui bout à 40°.

Calculé pour C^5H^8..	$C = 88,23$	$H = 11,76$
Obtenu	$C = 87,96$	$H = 12,10$

» Le poids spécifique $= 0,7237\left(\frac{18°}{4°}\right)$; $0,7431\left(\frac{0°}{4°}\right)$; $0,7229\left(\frac{20°}{0°}\right)$.

» Le brome s'unit avec l'hydrocarbure avec une énergie extrême, mais la réaction s'arrête quand la combinaison $C^5H^8Br^2$ est formée. C'est seulement quand on laisse la combinaison pendant quelques mois avec du brome à la lumière du soleil qu'on remarque que le brome s'unit davantage. Mais cette addition de brome est suivie toujours de la formation d'acide bromhydrique. Le bromure $C^5H^8Br^2$ bout à 185°-190°. En chauffant ce bromure avec de l'eau et de l'oxyde de plomb en tubes scellés, suivant la méthode de M. Eltekoff (2), j'ai obtenu une aldéhyde. L'aldéhyde, oxydée par l'oxyde d'argent, m'a fourni un sel d'argent cristallisé en aiguilles avec 52,51 pour 100 et 52,11 pour 100 Ag. Le sel d'argent $C^5H^7AgO^2$ contient 52,22 pour 100 Ag. Cet essai prouve que le bromure contient un groupement

$$CHBr.CH^2Br.$$

» Pour prouver que l'hydrocarbure contient seulement une liaison

(1) *Annales de Liebig*, t. CCLXV, p. 319.
(2) *Journal de la Soc. chim. russe*, t. X, p. 211.

double, je l'ai soumis à l'oxydation par le permanganate de potasse, suivant la méthode de M. G. Wagner. J'ai obtenu le glycol $C^5H^8(OH)^2$.

Calculé pour $C^5H^{10}O^2$.........	C = 58,82	H = 9,80
Trouvé......................	C = 58,55	H = 10,26

» Le glycol bout à 206°-207°.

» Le poids spécifique $= 1,094\left(\frac{0°}{0°}\right)$; $1,059\left(\frac{20°}{0°}\right)$.

» En oxydant le glycol par l'acide nitrique dilué, j'ai obtenu l'acide ($\alpha-\gamma$) oxyglutarique. Le sel zincique m'a fourni 20,09 pour 100 H^2O et 30,26 pour 100 ZnO. $C^5H^6ZnO^5 + 3H^2O$ contient 20,37 pour 100 H^2O et 30,8 pour 100 ZnO. La formation de l'acide oxyglutarique prouve que la constitution du glycol est $\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix}\!\!>CH.CH.OH.CH^2OH$. Pendant l'oxydation, il se fixe de l'eau.

» Enfin, j'ai mesuré l'indice de réfraction de l'hydrocarbure avec le réfractomètre de M. Pulfrich. En faisant le calcul à l'aide de la formule $\left(\frac{n^2-1}{n^2-2}\right)\frac{M}{d} = \mathfrak{M}$, j'ai obtenu le nombre 23,40, tandis que la théorie (J.-W. Brühl) pour C^5H^8, avec une liaison double, conduit au nombre 22,6.

» A première vue, la théorie ne s'accorde pas avec l'expérience ; le chiffre indiqué pour nne liaison double étant 1,8, j'ai trouvé 2,6. Mais il faut noter que le styrol, les combinaisons cinnamiques et les autres dérivés aromatiques qui contiennent une chaîne latérale avec une liaison éthylénique indiquent presque tous la même différence avec la théorie [1]. Par conséquent, l'expérience a montré que l'hydrocarbure présente, dans son groupement d'atomes, une analogie avec le styrol.

» En combinant les faits indiqués ci-dessus, on arrive à la conclusion que l'hydrocarbure étudié présente le vinyltriméthylène. Je m'occupe à présent de l'étude des nombreux dérivés de cet hydrocarbure.

» La combinaison de vinyltriméthylène avec l'acide iodhydrique est un de ces dérivés qui peut conduire à des corps nouveaux. L'alcool et l'éthyltriméthylène qui en dérivent sont déjà obtenus, mais pas encore étudiés définitivement. J'ai examiné, en détail, l'action de la potasse alcoolique sur cet iodure. On obtient derechef un hydrocarbure C^5H^8, mais

---

[1] J.-W. Bruhl, *Berichte d. Deutschen chem. Ges.*, t. XXV, p. 173.

c'est un isomère du vinyltriméthylène; il bout à 37°,5.

Calculé pour C^5H^8..........	C = 88,23	H = 11,76
Obtenu....................	C = 87,84	H = 12,51

» Le poids spéc. = 0,7235 $\left(\frac{0°}{4°}\right)$, 0,7052 $\left(\frac{18°}{4°}\right)$.

» L'étude de l'action du brome sur cet hydrocarbure a indiqué qu'il contient seulement une liaison double. L'étude de réfraction de lumière conduit au chiffre 23,5, c'est-à-dire presque au même que pour le vinyltriméthylène. En prenant égard au mode de formation de cet hydrocarbure, on doit lui attribuer la constitution $\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix}\!\!>C:CH,CH^3$; c'est l'éthylidène triméthylène.

» Il donne, avec l'acide iodhydrique, un iodure $\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix}\!\!>CI,CH^2,CH^3$, isomérique avec l'iodure qui dérive du vinyltriméthylène. L'eau décompose facilement cet iodure et engendre un alcool qui bout à 114°-116°. L'étude de cet alcool, ainsi que celle des autres dérivés des hydrocarbures décrits ci-dessus est poursuivie par moi.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de la pinacoline.* Note de M. **Maurice Delacre**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente (¹), j'ai décrit l'action de l'acide bromhydrique aqueux sur la pinacoline et démontré que cette réaction permet de faire entrer la pinacoline dans un cycle : pinacoline, bromure, tétraméthyléthylène, pinacone, pinacoline. Si donc on voulait admettre la transposition moléculaire en un point, il serait nécessaire, pour appuyer cette hypothèse, de démontrer l'existence, dans le même cycle, d'une seconde transposition.

» C'est la même méthode de déduction qui, appliquée à l'étude de la benzopinacoline β (²) m'a permis de me prononcer d'une façon catégorique sur sa constitution.

» Dans l'étude de la pinacoline ordinaire, corps liquide, j'estime qu'il

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1202.

(²) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique,* t. XX, p. 99; 1890.

convient d'être plus prudent, et j'aurais voulu confirmer le résultat apparent de ma Note précédente par la construction d'un second cycle passant par l'alcool pinacolique, par exemple : pinacoline, alcool pinacolique, bromure ou iodure de cet alcool, hydrocarbure éthylénique, pinacone, pinacoline.

» Ici se présente une difficulté. M. Couturier (¹) a traité par la potasse en excès et à chaud le bromure de l'alcool pinacolique et obtenu en quantités égales l'hydrocarbure symétrique $(CH^3)^2.C = C(CH^3)^2$ et l'hydrocarbure dissymétrique $(CH^3)^3.C.CH = CH^2$. D'après l'auteur, le dernier est normal : l'autre est dû à une transposition moléculaire. La comparaison de la série des réactions qu'il a complétée avec le cycle que je considère comme très probable est plus significative que toutes les discussions :

$(CH^3)^2.C(OH).C(OH).(CH^3)^2$	$(CH^3)^2.C(OH).C(OH).(CH^3)^2$
$(CH^3)^3.C.CO.CH^3$	$(CH^3)^2.C - C.(CH^3)^2$ (pont O entre les deux C)
$(CH^3)^3.C.CH.OH.CH^3$	$(CH^3)^2.C(OH).CH(CH^3)^2$
$(CH^3)^3.C.CHBr.CH^3$	$(CH^3)^2.CI.CH.(CH^3)^2$
$(CH^3)^3.C.CH = CH^2$	$(CH^3)^2.C = C(CH^3)^2$
$(CH^3)^3.C.CH.OH.CH^2.OH$	$(CH^3)^2.C(OH).C(OH)\ (CH^3)^2$.

» On le voit, toutes les vraisemblances sont du côté de la formule symétrique.

» L'étude de la constitution de l'alcool permettra de décider dans quel sens se fait la transposition par la potasse constatée par M. Couturier et partant de choisir entre les formules symétrique et dissymétrique de cet alcool; mais, en attendant que cette recherche délicate puisse être menée à bonne fin, un fait me paraît intéressant à signaler, qui donne plus de poids à la formule symétrique.

» En traitant par l'acide iodhydrique gazeux une certaine quantité d'alcool pinacolique, j'ai obtenu une cinquantaine de grammes de produit distillant au-dessous de 100°. En le rectifiant à trois reprises au moyen d'un appareil Le Bel à quatre boules, j'ai recueilli 30gr de tétraméthyléthylène absolument pur, et à chaque rectification, 1gr de produit distillant au-dessous de 70°-73° (sans point fixe et commençant vers 68°). Ces trois grammes ont été de nouveau rectifiés; le premier tiers recueilli, saturé de brome (malheureusement dans des conditions défectueuses) et traité par la potasse alcoolique

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVI, p. 433.

en tube scellé, a donné faiblement la réaction d'un carbure acétylénique. A part ce détail, dû peut-être à une anomalie provenant de la saturation par le brome, la déshydratation de l'alcool pinacolique paraît normale par l'acide iodhydrique.

» Tout en m'attachant à combler les lacunes de ce plan de recherches, je n'ai pu résister au désir de vérifier en même temps la synthèse de Boutlerow. C'est elle qui, il y a vingt-cinq ans, a convaincu les chimistes de l'exactitude de la formule cétonique; c'est sur elle que se sont échafaudés depuis lors tous les travaux exécutés dans ce groupe, et, chose plus grave, c'est grâce à elle que s'est infiltrée dans d'autres séries cette notion, qui a pris un caractère général, qu'une forme symétrique du genre de celle de l'oxyde de tétraméthyléthylène n'est pas susceptible d'exister et se transforme spontanément en une forme dissymétrique.

» L'action des chlorures acides sur les composés organo-zinciques, méthode employée par Boutlerow pour exécuter sa synthèse, est l'une des plus sûres de la Chimie organique et l'on peut, sans imprudence, établir sur elle une formule de constitution. J'examinerai plus tard cependant si l'illustre savant russe n'a pas exposé son produit à l'isomérisation, soit par le traitement au moyen de HCl en vue de dissoudre ZnO (opération dont on peut parfaitement se passer), soit en le desséchant par l'anhydride phosphorique.

» Si l'identification de cette acétone avec la pinacoline avait pu être complète, l'argument eût donc été décisif; mais il était difficile de se prononcer sur ce point et cela d'autant plus que Boutlerow n'a pas cherché à établir de différence entre les deux produits par des raisons chimiques; l'argument qu'il a tiré de l'oxydation ne pouvait être d'aucune valeur dans ce cas.

» L'acétone de Boutlerow est un liquide bouillant avec une fixité remarquable à une température située vers 105°. Son odeur est analogue à celle de la pinacoline, bien que s'en différenciant nettement.

» L'hydrogénation de cette acétone donne un alcool bouillant d'une manière fixe vers 118° et que, malgré des rectifications soigneuses, je ne suis pas parvenu à congeler dans un mélange de sulfate de soude et d'acide chlorhydrique (ce qui le différencie de l'alcool pinacolique). Par l'action de l'acide iodhydrique sur cet alcool j'ai obtenu du tétraméthyléthylène. Il ne m'a pas été possible, faute de produit, d'étudier l'action de KOH sur le bromure qui aurait sans doute conduit à l'hydrocarbure normal $(CH^3)^3.C.CH = CH^2$. L'étude de cet alcool permettra peut-être de l'identifier avec celui obtenu par M. Rizza dans l'action de $CCl^3.COH$ sur $Zn(CH^3)^2$ et d'effacer ainsi la contradiction existant entre les expériences de ce savant et celles de M. Garzarolli. Celui-ci a obtenu $CCl^3.CH(OH).CH^3$, tandis que le premier a conclu à l'obtention de $(CH^3)^2.COH.CH(CH^3)^2$.

» Quoi qu'il en soit de l'étude de ces alcools qui, comme on le voit, porte la trace de transpositions nombreuses, l'action de l'acide bromhydrique aqueux permet de différencier nettement l'acétone de Boutlerow de la pinacoline.

» J'ai pesé dans deux flacons bouchés chaque fois 35gr de la même solution concentrée d'acide bromhydrique et j'ai ajouté dans chacun, tout d'un coup et sans refroidir, 10gr de produit.

» Avec la pinacoline le liquide devient homogène, brun presque noir, s'échauffe et donne lieu, après quelque temps, à un abondant dépôt.

» Avec l'acétone le mélange s'échauffe et devient homogène, mais reste jaune-paille clair : c'est à peine si après douze heures il a pris une teinte plus accusée sans jamais devenir brun même après huit jours; après ce laps de temps le mélange a conservé sa parfaite limpidité, il ne s'est pas produit la moindre trace de dépôt [1]. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Propriétés cristallographiques de quelques alcoylcamphres de la série aromatique.* Note de M. **J. Minguin**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication récente [2], nous avons indiqué les propriétés cristallographiques des composés provenant de l'action du camphre sodé sur quelques aldéhydes aromatiques.

» En réduisant ces composés, on obtient des alcoylcamphres identiques à ceux qui résultent de l'action des iodures alcooliques sur le camphre sodé [3].

» Voici les constantes cristallographiques de ces produits de réduction :

» *Benzyl-camphre* : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2C^6H^5\\ | \\ CO\end{array}\right.$. — Ce corps se présente sous la forme de prismes orthorhombiques de $99°,05$. Pour $b = 1000$, $h = 857$. Il ne présente que la modification a^1, qui est développée de façon à faire disparaître p.

» *Anisyl-camphre* : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2 - C^6H^4 - OCH^3\\ | \\ CO\end{array}\right.$. — La cristallisation fournit des prismes de $105°45'$ dans lesquels, pour $b = 1000$, $h = 675,1$. Les faces observées habituellement sont $m\,g^1\,g^3\,a^1\,e^1\,b^{\frac{1}{2}}$. En général les dômes sont très développés ainsi que les faces g^3.

---

(1) Université de Gand, laboratoire de recherches.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1548; 1896.

(3) Haller, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1490; t. CXIII, p. 22.

» *Méthylsaligényl-camphre.* — Cet isomère de l'anisyl-camphre ne cristallise pas assez nettement pour que nous ayons pu déterminer ses constantes géométriques; néanmoins, nous croyons pouvoir assurer que ce corps appartient au système orthorhombique.

» *Éthylsaligényl-camphre* : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2C^6H^4 - OC^2H^5\\ |\\ CO\end{array}\right.$. — Ce corps cristallise dans le système orthorhombique. L'angle du prisme est égal à 110°. Pour $b = 1000$, $h = 222,9$. Les faces observées sont $m\,g\,g^3\,h^1\,e^{\frac{1}{2}}\,a^1$. Par suite du développement de $e^{\frac{1}{2}}$ les faces a^1 manquent souvent.

» Si nous considérons les résultats ci-dessus, nous pourrons faire à peu près les mêmes remarques que dans la Communication précédente. Nous dirons d'abord que nous n'avons pas observé de facettes hémiédriques. De plus, la similitude cristalline dont nous avons parlé existe encore dans les dérivés de réduction. Nous rencontrons encore en effet dans la zone $m\,m^1$ un angle voisin de 160°, correspondant à une face g^3. Cela tient d'ailleurs, comme nous l'avons déjà dit, à ce que l'angle du prisme, chaque fois que nous avons la dérivation g^3, ne varie pas beaucoup. En effet, cet angle a pour valeur 111° dans le benzal-camphre; 114° dans l'anisol; 105o dans l'anisyl et 110° dans l'éthylsaligényl-camphre.

» Cette remarque a déjà été faite sur plusieurs dérivés du camphre par M. Zépharovich [1].

» Nous pouvons dire, dès à présent, que cet angle voisin de 160° se rencontre encore dans les dérivés bromés obtenus en partant du benzal et des benzyl-camphres, dérivés que nous étudions actuellement avec M. Haller et sur lesquels nous reviendrons plus tard au point de vue cristallographique.

» Nous pouvons aussi faire remarquer que les produits de réduction sont tous orthorhombiques, même quand le corps primitif est monoclinique. Les deux atomes d'hydrogène semblent avoir pour effet de modifier plus spécialement les dômes pour augmenter la symétrie [2]. »

---

(1) *Sitzb. Akad. Wien*, 1876, 73; 1881, 83; 1877, 1.

(2) Travail fait au laboratoire de M. Haller (Institut chimique de Nançy).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation et éthérification de l'alcool crotonylique.* Note de M. E. **Charon**, présentée par M. Friedel.

« Je ferai d'abord ressortir ce fait curieux que, dans la réduction de l'aldéhyde crotonique, la réaction considérée comme secondaire, et donnant une pinacone, devient la réaction principale avec 60 pour 100 de rendement. C'est de beaucoup le rendement le plus élevé obtenu dans une réaction de ce genre dans la série grasse. La formation de la pinacone ordinaire, en partant de l'acétone, donne 10 pour 100 de produit à peine dans les bonnes opérations. M. Griner, dans la réduction de l'acroléine, a obtenu un rendement de 20 pour 100 en glycol.

» D'autre part, il peut paraître extraordinaire que l'on constate la présence d'aldéhyde butylique normale, et non celle de l'alcool correspondant, dans les produits inférieurs de l'hydrogénation. Ceci s'explique facilement. Le couple zinc-cuivre, qui réduit les aldéhydes non saturées, est absolument sans action sur les composés saturés correspondant. J'ai constaté ce fait en essayant sans succès d'hydrogéner par ce moyen l'aldéhyde ordinaire, l'aldéhyde isobutyrique et l'acétone. D'autre part, le couple est aussi sans action sur l'alcool crotonylique. On sait d'ailleurs que seuls les hydrogénants puissants, sodium et alcool, amalgame de sodium ou zinc et acides minéraux, permettent de saturer les doubles liaisons dans des cas de ce genre.

» Une double liaison voisine d'une fonction aldéhydique est, au contraire, bien plus facilement saturée : c'est un fait bien constaté. On sait que la fixation des hydracides, du chlore, du brome a lieu dans ce cas à basse température, avec un dégagement de chaleur plus considérable que si l'on opère avec les composés acides ou alcooliques correspondants.

» On voit maintenant comment s'expliquent les faits : il se produit un peu d'aldéhyde butylique, la double liaison voisine d'une fonction aldéhyde étant facilement saturable; mais la réduction s'arrête là. Une quantité plus considérable (25 pour 100 environ du produit mis en réaction) est transformée en alcool non saturé correspondant; la double liaison persiste dans les conditions de l'expérience. Enfin, ces dernières conditions sont surtout favorables à la formation de pinacone. Des déterminations calorimétriques permettront certainement d'expliquer complètement les faits; je me propose d'y revenir.

» J'ai constaté expérimentalement l'absence de l'alcool butylique.

» L'alcool crotonylique brut est saturé de brome et le produit distillé dans le vide. On recueille à part, en refroidissant le ballon récipient, tout ce qui passe avant 120°, point d'ébullition, dans les conditions de l'expérience, de l'alcool butylique normal bibromé $CH^3 - CHBr - CHBr - CH^2OH$. S'il s'était produit de l'alcool butylique, on devrait constater sa présence dans le produit distillé. Or celui-ci n'en renferme pas.

» On constate, de plus, la présence dans l'alcool crotonylique d'une notable quantité de paraldéhyde. On peut s'en débarrasser en traitant l'alcool au bain-marie par l'acide sulfurique étendu (3 à 4 pour 100). Dans ces conditions, la paraldéhyde se transforme en aldéhyde ordinaire qui se dégage. L'alcool est ensuite neutralisé, séché et redistillé.

» On s'explique facilement la présence de cette paraldéhyde. Elle provient de l'aldéhyde crotonique brute et elle s'est formée dans la préparation de cette dernière, où l'on opère toujours en présence d'aldéhyde éthylique si facilement transformée en paraldéhyde. Une petite quantité est entraînée avec l'aldéhyde crotonique. Elle passe dans les liquides d'épuisement et accompagne alors dans les rectifications l'alcool bouillant à 122°.

» Dans cette réduction de l'aldéhyde crotonique j'ai fait varier les conditions de température et de dilution. Pour la dilution, on est limité d'une part par la solubilité de l'aldéhyde et d'autre part, si l'on étend trop les solutions, par les épuisements qui deviennent pénibles. Je n'ai rien constaté de particulier dans les limites où j'ai opéré : la formation du glycol paraît favorisée par le refroidissement à zéro. La réaction, abandonnée à elle-même, donne lieu à une élévation de température qui peut atteindre 50° C. L'alcool crotonylique traité à la température ordinaire par un excès d'acide formique cristallisable donne une formine bouillant à 112°, de densité = 0,9301 à 0°. Si l'on chauffe, l'acide formique agit comme les acides minéraux et le composé formé est en grande partie résinifié.

» J'ai préparé les éthers des acides gras homologues supérieurs en chauffant à 150° l'alcool avec un excès d'acide ou d'anhydride d'acide. On lave le produit de la réaction à l'eau alcaline, on le sèche et le rectifie.

» Les composés obtenus rappellent par leurs caractères et leurs propriétés les éthers butyliques correspondants; ils ont cependant une odeur plus piquante. Ils fixent deux atomes de brome par molécule.

» L'acétine, de densité = 0,9338 à 0° bout à 130-131°.

» L'éther propionique, de densité = 0,9339 à 0°, bout à 150°-151°.

» Le dérivé isobutyrique, D = 0,9067 à 0°, bout à 158°-159°.

» Le dérivé isovalérique, D = 0,9012 à 0°, bout à 178°-179°.

» On ne peut pas préparer ces composés à l'aide des chlorures d'acides.

J'ai, en effet, isolé dans une opération effectuée avec le chlorure d'isobutyrile un liquide neutre ne se décomposant pas par les alcalis aqueux, mais cependant encore chloré, sans point d'ébullition fixe. Il y a eu fixation sur l'éther non saturé de l'acide chlorhydrique naissant. On a donc un mélange d'isobutyrate de crotonyle et, probablement, d'isobutyrates de butyle α et β chlorés. La fixation d'acide chlorhydrique peut, en effet, donner naissance à ces deux isomères. On peut constater expérimentalement que le produit de la réaction est loin de fixer la quantité théorique de brome. De plus, si on recueille l'acide chlorhydrique gazeux qui se dégage dans une solution alcaline, on voit s'y rassembler des gouttelettes d'un produit d'odeur piquante bouillant à 77° : c'est le chlorure de crotonyle $CH^3 - CH = CH - CH^2Cl$ formé par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'alcool. Je reviendrai sur cette réaction. Comme ce composé peut fixer une molécule d'acide chlorhydrique, en donnant deux composés isomériques ; on voit que l'action des chlorures d'acide est complexe. Il faudrait opérer sur une grande quantité de produit, pour pouvoir tenter avec succès une séparation par distillation fractionnée [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'électrolyse des acides gras.* Note de M. **J. Hamonet**, présentée par M. Friedel.

« Les recherches que j'ai commencées sur l'électrolyse des acides gras bibasiques m'ont amené à reprendre l'étude des décompositions que fait subir l'électricité aux acides gras monobasiques eux-mêmes. J'ai pu ainsi me convaincre que les conclusions énoncées par Kolbe sur ce sujet, et répétées après lui par la plupart des auteurs, sont loin d'être générales, et surtout qu'elles laissent de côté une bonne partie du phénomène. En effet, ces auteurs supposent que la réaction principale provoquée par le courant électrique est représentée par la formule générale

$$(1) \qquad 2C^nH^{2n+1}CO^2K = \underbrace{2K}_{\text{au pôle négatif.}} + \underbrace{CO^2 + C^{2n}H^{2n+2}}_{\text{au pôle positif.}};$$

que, s'il se forme un peu d'hydrocarbure non saturé et d'éther correspondant à $C^nH^{2n+1}CO^2C^nH^{2n+1}$, ces produits sont en faible quantité et comme dus à des réactions secondaires.

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. le professeur Friedel à la Sorbonne.

» Or l'expérience m'a démontré : 1° que, dans plusieurs cas, il ne se fait *pas ou presque pas* d'hydrocarbure saturé; 2° que l'hydrocarbure non saturé C^nH^{2n} tient parfois le premier rang dans la décomposition de l'acide $C^nH^{2n+1}CO^2H$ [Bunge (*Journal de la Société russe de Physique et de Chimie*, t. I, p. 525-527; 1889) l'avait déjà remarqué pour les acides propionique, butyrique et isobutyrique]; 3° enfin, qu'il se forme toujours de l'alcool à n carbones, si l'acide en contient $n+1$; que la proportion de cet alcool peut atteindre ou dépasser le tiers du produit total fourni par l'électrolyse, et que la constitution de cet alcool n'est pas toujours celle qu'on pourrait supposer. Si les auteurs n'ont pas, jusqu'ici, attiré suffisamment l'attention sur ce dernier point, c'est qu'ils ne se sont préoccupés que de la portion éthérée qui surnage le liquide électrolysé, sans rechercher l'alcool que ce liquide retient quelquefois dissous en proportion assez considérable. J'ai bien cherché, en faisant varier les conditions de l'électrolyse, à obtenir exclusivement l'un ou l'autre produit, mais je n'ai pu jusqu'ici y réussir.

» On peut donc traduire la décomposition que subit le sel de potassium soit par l'équation précédente (1), quand il se forme de l'hydrocarbure saturé; soit par l'équation (2), s'il se produit un hydrocarbure non saturé

$$(2)\qquad 2C^nH^{2n+1}CO^2K = 2K + CO^2 + C^nH^{2n} + C^nH^{2n+1}CO^2H;$$

le liquide du vase intérieur (pôle positif), devient, en effet, toujours acide, si l'alcalinité du liquide primitif n'était pas excessive; soit par l'équation (3) si de l'éther prend naissance

$$(3)\qquad 2C^nH^{2n+1}CO^2K = 2K + CO^2 + C^nH^{2n+1}CO^2C^nH^{2n+1}.$$

» L'alcool proviendrait de la saponification de cet éther ou de l'hydratation du produit non saturé.

» Il se forme, en outre, des corps plus condensés, à point d'ébullition élevé, mais en quantité trop faible pour qu'il m'ait été possible d'en déterminer la nature.

» Je ne vois pas qu'il soit nécessaire d'alléguer l'action oxydante du courant électrique pour expliquer ces diverses transformations. Les résidus des molécules désagrégées (ions, si l'on veut) peuvent se souder entre eux pour former les corps que je viens d'indiquer.

» L'appareil dont je me sers se compose : 1° d'un vase cylindrique de cuivre rouge de 23^{cm} de haut et 8^{cm} de diamètre servant de cathode; 2° d'un vase poreux cylindrique de composition spéciale que m'a fourni M. Maillé; ce vase présente le grand avantage

d'être quatre fois moins résistant que les vases poreux ordinaires. Dans ce vase tantôt un fil de platine de 1^{mm} de section, de 2^{m} de long, tantôt un cylindre de platine de 14^{cm} de haut et de $2^{cm},5$ de diamètre sert d'anode positive.

» A l'exemple de Brown et Walker, j'espérais, en faisant varier la surface de l'anode, favoriser ou empêcher la soudure des radicaux hydrocarbonés. Jusqu'ici les résultats n'ont pas été conformes à mon attente.

» Le vase poreux est fermé par un bouchon percé de trois trous dans lesquels sont fixés le fil conducteur du courant, un thermomètre et le tube de dégagement des gaz. Le liquide soumis à l'électrolyse remplit presque complètement le vase extérieur et le vase intérieur. Sa densité peut varier de 1,08 à 1,12; quand la densité est plus grande il se forme une mousse fort incommode. Un courant d'eau circule autour du vase de cuivre pour empêcher une trop grande élévation de température. Le courant électrique employé est de 4 à 5 ampères et de 6 à 8 volts. Les gaz sortant du vase poreux sont conduits dans une solution de potasse, puis dans des barboteurs à brome suivis de flacons à potasse et d'un gazomètre faisant fonction d'aspirateur.

» Après deux ou trois heures de marche, j'arrête l'électrolyse; je sépare, par décantation, l'éther qui surnage du liquide du vase intérieur; je neutralise la portion inférieure et je la fais bouillir pendant quelques instants pour enlever l'alcool qui s'y trouve dissous; puis je ramène la solution totale à son état primitif par addition d'une quantité d'acide égale à celle qui a été décomposée.

» *Électrolyse du butyrate de potassium.* — Une solution de butyrate de potassium (densité $=1,09$) a été électrolysée pendant vingt-deux heures, avec les précautions indiquées plus haut. Le courant était de 5 ampères et de 6 volts. J'ai obtenu 225^{gr} de propane bibromé en 1.2, bouillant à 141°-142° (une petite quantité s'est bromée par substitution pendant l'opération qui a duré plusieurs jours), 18^{gr} d'alcool *isopropylique* ou propanol 2, bouillant, après dessiccation sur la baryte anhydre, à 82°-83° (je l'ai caractérisé par son iodure et son éther benzoïque), $4^{gr},5$ de butyrate d'*isopropyle* bouillant à 128°-129°, 4^{gr} à 5^{gr} de produits plus condensés qui se résinifient quand on les traite par la soude pour les séparer par saponification de l'éther mélangé. S'il s'est formé de l'hexane, cela n'a certainement pas été en quantité appréciable. Je n'ai pu également isoler d'alcool propylique primaire.

» La formation dans ce cas d'alcool isopropylique et de l'éther butyrique correspondant est assez remarquable et ne se peut expliquer que par hydratation du propène, ou par migration d'un des hydrogènes fixés sur le groupe CH^2 en α.

» *Électrolyse de l'isobutyrate de potassium.* — Une solution d'isobutyrate de potassium de densité $=1,10$ a été soumise à l'électrolyse, avec le fil de platine pour anode, dans les mêmes conditions et pendant le même temps que le butyrate de potassium, dont il vient d'être parlé. On a obtenu environ 300^{gr} de propane bibromé en 1.2, ce qui correspond à 62^{gr} de propène, 20^{gr} d'alcool isopropylique bouillant entre 83°-84°, plus 12^{gr} d'isobutyrate d'isopropyle bouillant à 121°-123°, et 6^{gr} d'un produit plus condensé bouillant de 130° à 160°, à odeur poivrée. Pas plus que dans le cas précédent, je n'ai pu isoler d'hexane. Les produits principaux de la décomposition du butyrate et de l'isobutyrate : hydrocarbure saturé et alcool secondaire, sont donc parfaitement identiques.

» Dans les deux cas, les gaz recueillis avaient à peu près la même composition et contenaient en majeure partie du propène et de l'acide carbonique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur divers modes de formation de l'acide nitrodisulfonique bleu et de ses sels.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« Nous avons montré récemment (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1479 et 1637) qu'on peut produire l'acide nitrosodisulfonique bleu en faisant réagir, sur de l'acide sulfurique saturé d'anhydride sulfureux, un mélange réglé d'oxyde azotique et d'air.

» L'acide obtenu peut, au contact des oxydes cuivrique ou ferrique, fournir les sels correspondants, caractérisés par une teinte propre (1).

» Mais il est possible d'arriver soit à l'acide, soit aux sels, par d'autres modes que nous allons indiquer.

» I. *Réduction de la liqueur nitrososulfurique.* — J'ai déjà dit que le sel cuivrique bleu foncé peut être préparé en réduisant, par le cuivre ou par un composé cuivreux quelconque, une solution sulfurique d'acide nitrosulfurique cristallisé ou, plus simplement, la liqueur obtenue en dissolvant du nitrite de sodium dans l'acide sulfurique concentré et que, pour abréger, j'ai désigné sous le nom de *liqueur nitrososulfurique*.

» En réduisant de même par le fer ou par un sel ferreux, on arrive au sel ferrique rose violacé. Une réduction analogue peut être réalisée par un grand nombre de substances, qui s'oxydent en produisant de l'acide nitrosodisulfonique bleu. L'expérience est rapide avec le *mercure*, qui, agité avec la liqueur, la colore en bleu, tandis qu'il se dégage de l'oxyde azotique. D'ailleurs la production du composé bleu est promptement limitée, parce qu'il est lui-même réduit par le métal en donnant de l'anhydride sulfureux et de l'oxyde azotique.

» On obtient une réaction identique avec l'*argent* divisé, l'*étain*, l'*aluminium* et aussi, quoique beaucoup moins vite, avec le *cadmium*, l'*antimoine* et le *plomb* (2). Au contraire, le *zinc*, même en poudre, le *bismuth*,

(1) Je dois, à ce sujet, rectifier une erreur qui s'est glissée dans ma dernière Communication (*Comptes rendus*, 29 juin 1896, p. 1538) : contrairement à ce que j'avais annoncé, l'hydrate chromique, mis au contact de l'acide bleu, ne donne lieu à aucune production de sel stable. La formation observée provenait de la présence accidentelle d'une certaine dose d'hydrate cuivrique dans cet oxyde.

(2) Le *cobalt* (réduit par l'hydrogène) réagit violemment et donne une liqueur bleu violacé, qui est stable à zéro, mais à la température ordinaire reprend rapidement la teinte rose pâle des solutions sulfuriques de sulfate cobalteux; elle contient sans doute un nitrosodisulfonate *cobaltique* bleu violacé instable.

le *chrome*, l'*uranium,* le *soufre,* le *phosphore,* le *nickel* pur, l'*arsenic* pur, le *thallium,* le *magnésium* réagissent plus ou moins sans donner le composé bleu. Le *sélénium* et le *tellure* se comportent comme avec l'acide sulfurique pur et donne la solution verte ou rose bien connue.

» L'*anhydride arsénieux*, les *oxydes antimonieux, manganeux, stanneux,* les *chlorures mercureux, chromeux,* les *sulfures de carbone, d'arsenic, de bismuth, d'étain, de zinc,* le *ferrocyanure de potassium,* l'*urée,* les *acides oxalique, tartrique, citrique* ne donnent aucun résultat positif.

» Au contraire, la liqueur bleue apparaît nettement avec le *phosphure* ou l'*arséniure de zinc,* avec l'*hypophosphite de baryum,* moins bien avec le *sulfure de plomb* ou le *chlorure stanneux*. L'*alcool,* l'*éther,* la *glycérine,* versés avec précaution à la surface du liquide nitrososulfurique, réagissent vivement en produisant un anneau bleu, qu'on peut réaliser plus difficilement à partir de l'*acide acétique*.

» Si la réduction est produite en présence d'oxyde cuivrique ou ferrique, cet oxyde se combine à l'acide bleu, pour donner un sel plus stable, et fournit ainsi une coloration bleue ou rose plus intense. C'est ainsi qu'on atteint rapidement des solutions très colorées au moyen de l'étain, de l'aluminium, de l'argent et surtout du mercure.

» On pourra les réaliser plus commodément encore, en employant une liqueur nitrososulfurique contenant à l'avance l'oxyde qui peut être combiné. Ainsi, en dissolvant dans l'acide sulfurique concentré du sulfate cuivrique, puis une certaine dose de nitrite de sodium, on a un réactif à peu près incolore, qui donne de suite le sel cuivrique bleu foncé quand on le traite par l'une des matières indiquées ci-dessus comme réductrices. La coloration, étant plus intense et plus stable, se montre même pour certaines substances qui avaient paru sans action, telles que les *sulfures d'arsenic, de zinc, de bismuth,* la poudre de *zinc* ou de *magnésium,* le *sulfite,* l'*hyposulfite de sodium,* le *sulfure d'ammonium,* et même, quoique faiblement, avec l'*acide citrique*.

» On a des résultats analogues en remplaçant, dans la liqueur, le sulfate cuivrique par le sulfate ferrique.

» II. *Action de l'acide sulfureux sur la liqueur nitrososulfurique.* — L'anhydride sulfureux dirigé dans la liqueur nitrososulfurique ne donne aucune réaction. Il en est de même de sa solution dans l'acide sulfurique concentré : la liqueur reste incolore. Mais si, en refroidissant, on l'additionne du cinquième de son volume d'eau, on obtient immédiatement le composé bleu.

» On arrive aisément à le produire :

» Soit en faisant d'abord une solution de gaz sulfureux dans l'acide sulfurique dilué du tiers de son volume d'eau et ajoutant, au liquide obtenu, son volume de liqueur nitrososulfurique ;

» Soit en ajoutant de l'eau à la liqueur nitrososulfurique jusqu'à coloration jaune verdâtre, et versant ensuite peu à peu dans ce liquide une solution d'anhydride sulfureux dans l'acide sulfurique concentré : la coloration se produit immédiatement assez intense.

» On peut même la manifester en versant avec précaution dans le liquide nitrososulfurique une solution aqueuse d'acide sulfureux.

» L'*eau* est un facteur nécessaire de la réaction, qui doit être formulée

$$2(AzO^2.SO^3H) + 3SO^2 + 2H^2O = 2AzO(SO^3H)^2 + SO^4H^2.$$

» La formation directe du sel cuivrique peut être obtenue d'une manière semblable. Il suffit d'ajouter une goutte d'une solution aqueuse verte de nitrite cuivrique à une solution de gaz sulfureux dans l'acide sulfurique un peu dilué, pour obtenir très intense la coloration bleu violacé.

» III. *Action de l'oxyde azotique sur un sulfate métallique en solution sulfurique.* — 1° Desbassins de Richmond avait annoncé jadis que l'oxyde azotique colore en bleu violet la solution sulfurique de *sulfate cuivrique*. On avait négligé ce fait, attribué par Jacquelain à la présence d'un sel ferreux.

» La formation du nitrosodisulfonate cuivrique bleu a lieu bien réellement quand on fait passer un courant d'oxyde azotique AzO au travers d'une solution de sulfate cuivrique pur dans l'acide sulfurique concentré. La coloration, perceptible après quelques minutes, continue à s'accroître régulièrement. La réaction est représentée par la formule

$$3AzO + SO^4Cu + 3SO^4H^2 = AzO(SO^3)^2Cu + 2(AzO^2.SO^3H) + 2H^2O.$$

» La liqueur bleue obtenue contient beaucoup d'acide nitrosulfurique : traitée par l'oxyde cuivreux, elle donne une formation nouvelle très intense de nitrosodisulfonate bleu foncé. Elle se décolore peu à peu, en dégageant de l'oxyde azotique et du gaz sulfureux.

» 2° On obtient une formation semblable en s'adressant au *sulfate ferrique* dissous dans l'acide sulfurique. Le liquide prend une teinte rose de plus en plus foncée et contient beaucoup d'acide nitrosulfurique libre : l'addition de sulfate ferreux y détermine un accroissement notable de la couleur rose.

» 3° Le composé rose se produit encore plus aisément par l'action de l'oxyde azotique sur les solutions sulfuriques de *sulfate ferreux*, qui donnent promptement une coloration rose violacé, avec formation simultanée de sulfate ferrique, selon la formule

$$3AzO + 6SO^4Fe + 6SO^4H^2 = [AzO(SO^3)^2]^3Fe^2 + 2[(SO^4)^3Fe^2] + 6H^2O.$$

D'ailleurs l'oxyde azotique est sans action sur l'acide sulfurique seul, aussi bien que sur les solutions sulfuriques des sulfates chromique et manganique. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur la scatoconque ovulaire du* Clythra quadripunctata ([1]). Note de M. **A. Lécaillon**, présentée par M. Guignard.

« Dans un important Mémoire déjà assez ancien, Gené ([2]) montra que les tubes habités par les larves de certains insectes sont construits avec les excréments de ces larves et que les œufs des *Cryptocéphales* et des *Clythres* sont revêtus, au moment de la ponte, d'une enveloppe faite des excréments maternels. Il fit remarquer, en outre, que le système de protection larvaire au moyen de matière excrémentitielle apparaît sous forme d'un manteau protecteur très simple chez les *Cassides* pour arriver à former un tube complet chez les *Clythres*.

» Dans un Travail récent ([3]), j'ai décrit et figuré l'enveloppe excrémentitielle de l'œuf du *Clythra quadripunctata* et donné quelques détails sur la manière dont l'insecte construit cette enveloppe. Remarquant la grande perfection et l'ornementation compliquée de cette coque par rapport à celles des larves, j'ai indiqué qu'il convenait de considérer les coques ovulaires comme constituant le terme le plus parfait du moyen de protection par la substance excrémentitielle. Séparant ensuite ces enveloppes des coques analogues, faites de particules ramassées dans le milieu ambiant (larves de *Phryganes*, etc.), j'ai proposé de les appeler *scatoconques*, mot indiquant bien leur origine singulière, et de distinguer les *scatoconques ovulaires* et les *scatoconques larvaires*, selon qu'elles servent à abriter l'œuf ou la larve.

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Balbiani, au Collège de France.

([2]) *Annales des Sciences naturelles* (*Zoologie*), t. XX, p. 155; 1839.

([3]) *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, séance du 16 mai 1896.

» De nouvelles observations, faites sur la même espèce, m'ont conduit à rectifier et à compléter certains détails relatifs à la durée de confection de la coque, à l'absence de celle-ci sur certains œufs pondus par des individus tenus en captivité, à la manière dont l'œuf sort de l'orifice génital et au rôle des pattes postérieures dans la confection de la coque. Mais ces nouvelles observations m'ont surtout conduit à ce résultat beaucoup plus important, à savoir que *la présence d'une scatoconque ovulaire bien ornementée est liée à l'existence, chez la femelle, de certains organes assez compliqués, n'existant pas chez le mâle, et servant précisément à sa construction.*

» Au sujet du temps mis par la femelle pondeuse pour construire la scatoconque ovulaire, Gené dit avoir observé que, chez une espèce de Cryptocéphale, la ponte d'un œuf dure de cinq à six heures, et que l'insecte, pendant ce temps, s'interrompt plusieurs fois pour manger sans doute, dit-il, à cause de la nécessité de se procurer des excréments pour en entourer ses œufs. J'avais moi-même d'abord évalué à plusieurs heures le temps nécessaire pour la ponte d'un œuf et j'avais attribué à la privation d'aliment convenable l'absence de la scatoconque autour d'une partie des œufs pondus par des insectes en captivité. En réalité, il n'en est rien ; j'ai très rigoureusement observé que la femelle de *Clythra quadripunctata* ne met, dans les conditions normales, que douze minutes pour confectionner une scatoconque ovulaire, et que plusieurs œufs sont pondus successivement, sans que l'insecte prenne aucune nourriture. Si, en captivité, certains œufs sont nus, cela est dû à ce que les insectes ne sont pas dans des conditions normales et se gênent les uns les autres lorsqu'ils sont nombreux dans un étroit espace. D'ailleurs, le rectum des femelles ayant pondu des œufs nus contient toujours des résidus excrémentitiels.

» Pour la sortie de l'œuf de l'orifice vulvaire, Gené dit que l'œuf sort peu à peu et est recouvert à mesure de la matière excrémentitielle. J'avais cru d'abord que les choses se passaient ainsi chez l'espèce que j'ai étudiée, mais l'œuf sort complètement de l'orifice génital et est placé aussitôt le long d'une gouttière médiane et longitudinale que présente sur sa surface ventrale l'anneau du corps situé immédiatement au devant de l'orifice vulvaire. Les pattes postérieures le maintiennent sur les côtés au moyen de leurs tarses et le font tourner sur lui-même autour de son axe longitudinal et le déplacent longitudinalement dans la direction de l'anus, amenant ainsi successivement devant celui-ci les divers points de la surface de l'œuf où la matière excrémentitielle doit être déposée. C'est le pôle postérieur de l'œuf (c'est-à-dire celui qui sort le premier de l'orifice génital) qui est placé le plus postérieurement par rapport à l'insecte; il est recouvert le premier par la substance excrémentitielle et c'est vers lui que sont dirigées toutes les pointes des lamelles de la scatoconque; les conclusions

relatives à la loi de Hallez, déduites de la structure de la scatoconque ([1]), restent donc rigoureusement exactes.

» Quant aux organes spéciaux portés par la femelle et qui servent à la construction de la scatoconque, ils dépendent tous de l'extrémité du rectum; ils comprennent des parties chitineuses, des muscles et des glandes. Autour de l'orifice anal on trouve un petit appareil chitineux, consistant essentiellement en deux sortes de demi-anneaux placés symétriquement de chaque côté du plan de bilatéralité du corps; aux quatre extrémités des deux demi-anneaux sont quatre petites masses chitineuses ayant une facette aplatie, tournée vers l'extérieur du corps. Des muscles font mouvoir ces pièces chitineuses qui sont chargées de régler la forme des lambeaux excrémentitiels déposés sur la surface de l'œuf et de leur faire prendre la disposition en mosaïque, si caractéristique de la scatoconque quand elle a été débarrassée préalablement de sa couche externe de lamelles épineuses. Outre cet appareil chitineux anal on trouve, un peu au delà de l'extrémité anale du rectum, une série de petites pièces chitineuses, disposées en couronne autour du tube rectal et dépendant de lui; elles servent d'insertion à des muscles chargés de régler les mouvements de l'extrémité du rectum, qui peut faire saillie à l'extérieur pour apporter les lambeaux excrémentitiels sur la surface de l'œuf. Enfin, on trouve, occupant les régions dorsales et latérales de la partie terminale du tube digestif, une double masse glandulaire très développée et de couleur rougeâtre, qui déverse son produit dans le rectum. Ce liquide agglutine les matières excrémentitielles destinées à entrer dans la constitution de la scatoconque; il en fait une matière onctueuse, très liante, facile à pétrir et plus résistante, après durcissement, que les excréments bruts constitués surtout par de nombreux filaments très aisés à dissocier.

» Les lambeaux de la matière excrémentitielle sont déposés sur l'œuf par rangées transversales successives; quand une facette losangique ([2]) est constituée et soudée aux facettes voisines par l'appareil chitineux anal, une lamelle épineuse vient la recouvrir tout en ne lui étant soudée qu'à la base. Grâce au double mouvement de rotation et de déplacement longitudinal imprimé par les pattes postérieures à l'œuf, celui-ci est peu à peu recouvert complètement par l'enveloppe élégante dont l'existence est un des points les plus curieux de l'histoire du *Clythra quadripunctata*. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de la réaction du milieu sur l'activité du ferment oxydant des Champignons*. Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. L. Guignard.

« Dans ses recherches sur les matières oxydantes organiques ou inorganiques, Schönbein revient à plusieurs reprises sur la coloration qu'elles donnent avec l'aniline. Or, lorsqu'on met en contact, en présence de l'air, une macération de Champignon, riche en ferment oxydant, avec de l'eau

---

([1]) *Voir* mon travail indiqué ci-dessus ([3]).

([2]) *Voir* les figures dans mon travail précédent.

saturée d'aniline pure, ce n'est qu'au bout d'un temps assez long, quelquefois plusieurs heures, qu'on observe une faible coloration jaune sale, qui peut même passer inaperçue si la macération employée est elle-même déjà colorée et trouble.

» Pensant que la nature alcaline de l'aniline pouvait être un obstacle à l'action oxydante du ferment, j'ai songé à opérer sur des solutions d'aniline additionnées de proportions variées d'acide. Pour effectuer ces recherches dans des conditions convenables, il fallait employer un acide dépourvu d'action destructive sur le ferment. L'acide acétique étant indiqué par Schaer (¹) comme n'empêchant pas la coloration en bleu de la teinture de résine de gaïac par les oxydants, je me suis servi de cet acide qui, en effet, s'est montré le plus souvent assez indifférent par lui-même.

» Il fallait aussi trouver une solution active de ferment oxydant incolore, et restant telle quand on l'abandonne à elle-même. Si beaucoup de Champignons sont riches en ferment oxydant, il en est peu qui donnent des macérations aqueuses incolores. Parmi ceux que j'ai étudiés récemment (²), celui qui m'a paru donner la macération la plus commode pour mes essais est le *Russula delica* (Vaill.), espèce à peu près blanche dans toutes ses parties.

» Il en a été fait une macération, par trituration, avec du sable et de l'eau chloroformée, en employant 5 parties d'eau pour 1 de champignon et filtrant. C'est la solution ainsi obtenue, laquelle est à peine teintée de jaune, qui m'a servi dans toutes mes expériences.

» Tout d'abord son action a été essayée sur la teinture de gaïac, en présence de proportions croissantes d'acide acétique, allant de 1 à 50 d'acide cristallisable pour 1000. On ajoutait deux gouttes de teinture à 10^{cc} d'un mélange d'eau acidulée et de solution fermentaire, le volume de cette dernière solution étant toujours le même (4^{cc}).

» La coloration bleue s'est produite immédiatement et avec la même intensité, dans tous les essais. Par conséquent, conformément aux données de Schaer, la réaction n'est pas empêchée, même par de fortes proportions d'acide acétique.

» Ce fait établi, j'ai étudié, dans des conditions analogues, l'action de la macération de Russule, non seulement sur l'aniline, mais encore sur l'orthotoluidine et la paratoluidine.

» Dans ces essais, on a toujours employé un même volume de solution d'alcali et de

(¹) Dr Schaer, *Ueber die Guajaktinktur als Reagenz* (*Apotheker Zeitung*, p. 749; 1894).

(²) Em. Bourquelot, *Les ferments oxydants dans les Champignons* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, p. 811; 1896).

solution fermentaire. La proportion d'acide acétique allait en croissant avec le numéro de l'essai; mais de l'eau était ajoutée, dans tous les cas, de façon à amener le volume du mélange à 20^{cc}. Voici d'ailleurs les détails de l'opération pour un essai avec l'aniline.

» Dans un tube à essai n° 1 on introduit successivement

Solution saturée d'aniline	5^{cc}
Eau	8
Acide acétique cristallisé à 1 pour 100	2
Solution de ferment	5

» On agite vivement de temps en temps de façon à réintroduire de l'oxygène dans le liquide, car, dans ces sortes d'oxydations, l'oxygène en dissolution est rapidement absorbé, et si on laisse le liquide en repos, la réaction ne se continue que dans les couches immédiatement en contact avec l'atmosphère.

» Dans le mélange ci-dessus, la proportion d'acide acétique cristallisable s'élève à 1 pour 1000. On en a fait d'autres en même temps, portant les n°s 2, 3, 4, 5 et 6, renfermant 2, 4, 10, 20 et 50 d'acide acétique cristallisable pour 1000. On a enfin disposé, à titre de comparaison, un essai témoin, pour lequel le mélange ne renfermait pas d'acide acétique.

» *Résultats.* — Avec l'aniline, tandis que, dans le tube témoin, l'oxydation s'est à peine manifestée, au bout de deux heures, par une légère coloration jaune, dans les tubes 1, 2, 3 et 4, mais surtout dans le n° 3, cette oxydation a été très active. Les liquides ont pris presque immédiatement une teinte jaune sale qui s'est accrue rapidement en intensité. Ils ont laissé déposer, en même temps, un précipité jaune brunâtre. Par ses caractères, la réaction rappelle celle du chlorure de chaux sur l'aniline. Le précipité est soluble dans l'éther, auquel il communique une teinte jaune. La réaction a été très faible en 5 et nulle en 6.

» L'orthotoluidine et la paratoluidine donnent des résultats analogues, seulement la couleur des produits d'oxydation est différente. Avec l'orthotoluidine, cette couleur est d'un beau violet bleu. Pendant plusieurs heures, les liquides restent limpides, la teinte allant toujours en s'accentuant, et ce n'est qu'au bout d'un temps relativement long que la transparence disparaît. Si l'on agite le liquide avec de l'éther, celui-ci se teinte légèrement en rose, mais la plus grande partie de la matière colorante reste en solution aqueuse. Le mélange témoin est resté jaune trouble.

» Avec la paratoluidine, la coloration est d'abord d'un beau rose, puis devient rouge vineux. Si l'on agite avec de l'éther, celui-ci prend une teinte jaune aurore très accusée, tandis que la solution aqueuse est légèrement rosée. Le mélange témoin s'est coloré en jaune et s'est troublé, à la longue.

» J'ai fait des recherches semblables avec le phénol. Le ferment, ajouté à une solution aqueuse de phénol, la brunit très lentement et très légèrement, réaction qui est empêchée par addition d'acide acétique. Par contre, si l'on alcalinise le mélange avec du carbonate de soude, par exemple, dans la proportion de 1 à 4 pour 1000 (carbonate de soude cristallisé), l'oxydation se trouve favorisée au point que l'on obtient des liquides complètement noirs. Si l'on étend ces liquides avec de l'eau, on peut constater

que la teinte obtenue rappelle tout à fait celle des urines des opérés pansés au phénol.

» En résumé, on voit que la présence d'un acide ou d'un alcali, suivant les substances à oxyder, peut jouer un rôle important dans les oxydations par le ferment oxydant des Champignons. C'est là un résultat auquel on pouvait s'attendre, étant donné ce que nous savons des oxydations dans les laboratoires. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur un filtre de cellulose.* Note de M. **Henri Pottevin** (¹).

« On sait qu'il est possible de séparer un liquide des microrganismes qu'il tient en suspension, en lui faisant traverser une cloison de plâtre ou de porcelaine dégourdie. Les filtres de porcelaine actuellement en usage répondent à tous les besoins de l'hygiène et de l'industrie, mais ils exigent des soins minutieux : ils doivent être fréquemment nettoyés et stérilisés, car ils finissent toujours, après un temps variable avec les conditions de l'opération, par être traversés par les microrganismes qu'ils retiennent dans leurs pores.

» Il y aurait intérêt, surtout au point de vue de la construction des filtres à grande surface et à grand débit, à disposer d'une matière filtrante moins fragile et moins coûteuse que le biscuit. On a depuis longtemps songé à la pâte de papier; mais, malgré de nombreux essais, on n'a jusqu'ici réalisé, à notre connaissance, aucun filtre de cellulose susceptible d'être substitué, dans la pratique, aux filtres de porcelaine; cela tient, nous semble-t-il, à ce qu'on s'est trop exclusivement préoccupé d'obtenir par compression des masses compactes, sans donner assez d'attention à la finesse et à la régularité des fibres.

» Avec des fibres de cellulose finement pulvérisées et tamisées, mises en suspension dans l'eau, nous obtenons une pâte qui, abandonnée à la dessiccation lente, donne des plaques capables, sous une épaisseur de quelques millimètres, de remplacer la porcelaine.

» Ces plaques doivent, pour la filtration, être maintenues entre deux lames de grès ou de métal perforé; montées en batteries, grâce à un dispositif analogue à celui des filtres-presses qui sont aujourd'hui d'un usage

(¹) Travail fait à l'Institut Pasteur.

courant dans l'industrie, elles permettent de réaliser simplement des filtres à grand débit. La facilité avec laquelle elles peuvent être de nouveau réduites en pâte et entièrement régénérées fait que, dans la pratique, pour l'entretien d'un filtre, le plus simple serait de remplacer toute plaque altérée par une plaque neuve.

» Nous donnons ci-dessous, à titre d'exemple, deux expériences effectuées avec l'eau des conduites du laboratoire; cette eau vient d'un réservoir alimenté par la Vanne; la filtration s'effectuait sous une pression de 10^{m} environ.

» Toutes les vingt-quatre heures, à partir du début de l'expérience, on ensemençait :

» 1° Un ballon contenant 100^{cc} d'eau ordinaire peptonisée à 4 pour 100, stérile;

» 2° Dix tubes contenant chacun 18^{cc} d'eau ordinaire peptonisée à 2 pour 100, stérile. Le ballon recevait 100^{cc} d'eau filtrée, chaque tube en recevait 1^{cc}. Le tout était mis à l'étuve à 35°.

	I.	II.
Début de l'expérience	26 sept. 1895	8 juin 1896
Epaisseur de la plaque filtrante en millimètres	2,5	1
Poids de la plaque filtrante rapportée à 1^{mq} de surface	$2^{kg},260$	$1^{kg},087$
Débit en une heure rapporté à 1^{mq} de surface	$11^{lit},500$	$28^{lit},200$
Le premier ballon qui se soit altéré est le	7e	3e
La première série de tubes dont tous les tubes soient altérés est la	14e	5e
Nombre de germes en 1^{cc} d'eau non filtrée	1500	1000

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *La courbe respiratoire de l'œuf de Poisson et la mécanique de l'extension du blastoderme*. Note de M. **E. Bataillon**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note publiée récemment [1], j'ai indiqué les principaux jalons fournis par l'étude de la fonction respiratoire chez l'œuf de Téléostéen. La courbe, parallèle à celle des œufs d'Amphibiens, me paraît établir l'homologie des stades au moins au point de vue physiologique. Mais, dans chaque cas particulier, elle demanderait à être interprétée.

» En effet, l'élimination d'acide carbonique ne croît pas d'une façon régulière. Entre la fécondation et l'éclosion, nous enregistrons régulièrement deux baisses considérables : *l'une qui précède l'extension du blastoderme, l'autre qui marque la fin du recouvrement.* Ces deux temps d'arrêt

(1) E. Bataillon, *Évolution de la fonction respiratoire chez les embryons d'Amphibiens et de Téléastéens* (*Soc. de Biologie*, 4 juillet 1896).

méritaient l'attention pour une raison que je vais rappeler. Les physiologistes se sont demandé si l'œuf de Poisson évoluant dans l'eau ne lui emprunterait pas constamment des matériaux dissous. Pour m'éclairer sur ce point, j'ai fait évoluer des œufs sur un tamis dans un courant d'air saturé d'humidité. Ils ont évolué complètement, et l'éclosion est arrivée en même temps que pour les témoins développés dans l'eau à la même température. L'expérience a été répétée depuis trois ans avec plusieurs types de Poissons osseux vulgaires (Vairon, Vandoise, Rousse, Goujon).

» Ainsi, pour ces œufs, les échanges avec le milieu extérieur seraient exclusivement gazeux et, immédiatement, l'importance de la fonction respiratoire frappe l'esprit. Si l'équilibre initial se modifie régulièrement, les réactions dont il est le siège pourront se répercuter sur le milieu; et si, dans l'élimination d'acide carbonique, nous remarquons des oscillations énormes comme les deux signalées plus haut, ces oscillations doivent avoir une origine saisissable dans l'édifice cellulaire qui se façonne.

» Le germe, pendant la première période de développement, affecte la forme d'une lentille plan-convexe. C'est un assemblage d'éléments à section polygonale intimement unis. J'ai signalé en 1893 [1] la réaction uniforme du protoplasma au bleu de méthylène et l'individualisation graduelle dans sa masse de grains chromatiques qui sont incorporés aux noyaux en division. Ces granulations s'observent surtout dans les couches profondes dont les éléments ont dû conserver une plus grande partie de vitellus nutritif. En effet on voit les cellules s'invidualiser et s'arrondir en se détachant d'une véritable *membrane primaire* sur laquelle viennent s'insérer les filaments du *réticulum rayonnant*. Par conséquent, entre deux cellules primitivement contiguës, nous trouvons une membrane primaire qui va disparaître. Entre cette membrane primaire et la membrane propre de la cellule (*membrane secondaire de Carnay*), le réticulum rayonnant persiste un certain temps, dégagé des filaments transversaux qui l'obscurcissent au niveau de la cellule proprement dite. Dans cette zone périphérique dont le plasma a été en quelque sorte exprimé de la masse élémentaire, on aperçoit souvent des granules et des filaments chromatiques en rapport avec les asters d'un noyau en division. L'incorporation de la substance colorable apparaît nettement : 1° lorsque le centrosome dédoublé figure au contact de la membrane nucléaire intacte deux masses mal limitées, que

---

[1] BATAILLON et KŒHLER, *Observations sur les phénomènes karyokinétiques dans les cellules du blastoderme des Téléostéens* (*Comptes rendus*, 1893).

l'on prendrait pour des noyaux, et tranchant par leur coloration énergique sur le noyau véritable avec ses rares granulations incolores; 2° lorsque, au stade du fuseau, les filaments achromatiques imprégnés de substance colorable simulent un *dyaster*, les granulations nucléaires étant encore groupées en une plaque équatoriale.

» La substance des cellules profondes subit donc une sorte de triage, et deux raisons me portent à penser qu'il s'agit d'éléments vitellins : 1° Le phénomène est de plus en plus net à mesure qu'on approche du vitellus, et c'est là que sont, pour ainsi dire, localisées les figures de karyokinèse; 2° Les noyaux parablastiques sont évidemment le centre d'une élaboration analogue et exceptionnellement intense portant sur le vitellus de nutrition.

» Ces noyaux, après le double traitement par le bleu de méthylène et l'éosine, présentent une forme en araignée très caractéristique. Avec leurs prolongements qui s'enchevêtrent à la surface et plongent irrégulièrement dans la profondeur, taillés comme à l'emporte-pièce, iis rappellent assez bien les *cellules amacrines stratifiées* de la rétine. Ils fournissent, par division indirecte, des cellules au germe. C'est donc à ce niveau que l'élaboration ds la substance chromatique est le plus intense, qu'elle s'effectue directement par le parablaste sur le vitellus, qu'elle se continue dans les éléments issus du parablaste ou dans les cellules profondes du germe, encore riches en matériaux vitellins.

» Mais l'activité multiplicatrice liée aux conditions de nutrition est limitée. Les réserves vitellines peuvent s'épuiser au contact du germe; les échanges respiratoires peuvent devenir difficiles par suite de l'amoncellement des couches. Le fait indéniable, c'est que, si l'on passe pour la Vandoise de la dix-huitième à la vingt-quatrième heure, la région parablastique offre un aspect tout nouveau. Plus de formes en araignée; des noyaux clairs, irréguliers, distribués dans une zone granuleuse et bien limitée, supérieurement et inférieurement. Plus de figures de karyokinèse dans la profondeur du germe à la partie moyenne; elles sont localisées sur les bords.

» Voilà le temps d'arrêt si nettement mis en évidence par la courbe respiratoire; et sa caractéristique avait frappé les morphologistes.

» La genèse des cellules parablastiques ne paraît pas durer longtemps, écrit Henneguy; dès que le germe commence à s'étaler à la surface du vitellus, que la cavité germinative s'est constituée et que les feuillets blastodermiques se différencient; on ne voit plus de cellules prendre naissance en dehors du germe (¹).

(¹) HENNEGUY, *Recherches sur le développement des Poissons osseux*, p. 49; 1889.

» La division se localisant sur le pourtour du germe, la partie moyenne de la lentille se trouve disloquée et soulevée; les cellules de la profondeur, dont beaucoup montrent des prolongements amœboïdes, viennent s'accumuler à la périphérie. Le talus marginal a donc une double origine : localisation de l'activité multiplicatrice liée aux conditions de nutrition, migration des cellules profondes qui relève des mêmes conditions. Entre le germe soulevé et la couche parablastique, le fluide vitellin fait irruption dans une cavité de segmentation très irrégulière, à travers des plages de cellules profondes restées en place. Celles-ci, trouvant des conditions meilleures, vont reprendre de l'activité pour compléter l'endoderme primitif.

» *Le mouvement d'extension du blastoderme, commencé par la localisation de l'activité multiplicatrice à la périphérie, se continue jusqu'au revêtement complet du vitellus, et le principe de cette extension semble rester identique, puisque, à mesure qu'elle progresse, l'accentuation des échanges nutritifs est attestée par le relèvement simultané de la courbe d'élimination.* Des considérations de même ordre permettraient sans doute de comprendre la chute qui marque l'occlusion du trou vitellin et la rehausse graduelle qui mène à l'embryon.

» J'ai montré précédemment (1) *qu'on peut voir un rapport fatal entre la marche de la segmentation et la direction de l'axe embryonnaire. L'extension du blastoderme à la surface du vitellus paraît également fatale et étroitemcnt liée aux conditions de nutrition.* Si les faits observés ont la signification que je leur attribue, si le germe en voie d'organisation est régi par une physiologie continue avec celle de l'adulte, il y aura lieu de revenir en particulier sur chaque oscillation de la fonction respiratoire. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la présence, dans le nerf laryngé supérieur, de fibres vaso-dilatatrices et sécrétoires pour la muqueuse du larynx.* Note de M. E. **Hédon.**

» En étudiant l'innervation vaso-motrice du larynx (sujet qui ne paraît pas avoir attiré jusqu'ici l'attention des physiologistes), j'ai découvert que l'excitation du bout périphérique du laryngé supérieur provoque la rubéfaction de la muqueuse du larynx du côté correspondant, en même temps

(1) Bataillon, *Rapports entre le premier sillon de segmentation et l'axe embryonnaire* (*Comptes rendus*, 22 juin 1896).

que la sécrétion des petites glandes à mucus qui s'y trouvent. Le phénomène ne laisse pas que d'être d'une observation assez délicate.

» Sur un chien curarisé, soumis à la respiration artificielle, les deux laryngés supérieurs sont isolés et coupés sur les côtés du larynx ; puis on maintient largement ouverte la gueule de l'animal, on attire la langue fortement au dehors et l'on rabat l'épiglotte sur sa face dorsale : l'ouverture du larynx apparaît alors et, si l'on dispose d'un bon éclairage, les changements de couleur de la muqueuse sont faciles à apprécier. C'est sur la région aryténoïdienne qu'il faut maintenant fixer son attention ; à ce niveau, la muqueuse est ordinairement pâle, lorsqu'elle n'a pas encore été irritée. Si alors on excite le bout périphérique d'un laryngé, elle rougit de la façon la plus manifeste. Cette rubéfaction est encore rendue plus évidente par la comparaison avec le côté opposé, qui ne se modifie pas ; on peut du reste, pour mieux se convaincre de la réalité du phénomène, porter l'excitant alternativement sur l'un et l'autre laryngé. La muqueuse des cordes vocales ne paraît pas changer de couleur, sauf peut-être au niveau de sa continuation avec celle des aryténoïdes, c'est-à-dire à l'apophyse vocale. Quant à l'épiglotte, il est difficile de juger des changements de coloration de sa face postérieure, mais pour sa face linguale, il n'est pas douteux qu'elle participe à cette vaso-dilatation. J'ai aussi constaté le même phénomène après avoir ouvert le larynx par thyrotomie ; mais, par ce procédé, on n'est pas toujours maître des conditions expérimentales, car le fait d'ouvrir le larynx suffit pour apporter des modifications notables à la vascularisation de la muqueuse et, si celle-ci se montre hyperémiée, l'excitation du laryngé ne produit plus rien de net.

» Le phénomène sécrétoire est d'une constatation plus aisée. Sur le larynx fendu par incision médiane du cricoïde, du thyroïde et de la membrane thyro-hyoïdienne, on divise de plus longitudinalement l'épiglotte en deux lambeaux égaux, que l'on récline sur les côtés. En écartant avec des érignes les lèvres de l'incision, la muqueuse des deux moitiés du larynx est mise au jour. Après en avoir séché délicatement la surface, l'excitation est portée sur le bout périphérique d'un des laryngés ; aussitôt on voit sur la face postérieure de l'épiglotte, sur la muqueuse aryténoïdienne et même sur la muqueuse sous-glottique, les gouttes de mucus perler à l'orifice des glandes et se réunir, si l'excitation est prolongée, en un enduit visqueux sur toute cette surface du côté correspondant à l'excitation, tandis que du côté opposé la muqueuse reste sèche.

» D'après cela, le laryngé supérieur doit être considéré comme un nerf vaso-dilatateur et sécrétoire pour la muqueuse du larynx, au même titre que la corde du tympan pour la glande sous-maxillaire. Il faut donc l'ajouter à la liste encore peu étendue des nerfs vaso-dilatateurs connus.

» La vaso-dilatation et la sécrétion, produites par l'excitation du bout périphérique du laryngé supérieur, doivent être considérées comme des effets directs et non réflexes, car ils apparaissent encore après la section des récurrents et des vago-sympathiques. J'ajouterai que l'excitation du bout périphérique des récurrents ne m'a rien donné de positif. Quant à la

question de l'origine des fibres vaso-dilatatrices du laryngé supérieur, je l'envisagerai ultérieurement.

» Dans un Travail sur la circulation du sang dans le larynx, fait à l'Institut physiologique de Leipzig [*Ueber den Blutstrom in der Schleimhaut des Kehlkopfes und des Kehldeckels* (*Arch. f. physiol.* de Dubois Reymond, p. 503; 1894)], G. Spiess dit qu'il n'a pu obtenir aucune modification immédiate de la couleur de la muqueuse laryngée, à la suite de la section ou de l'excitation des nerfs du larynx. Cet expérimentateur n'a donc pas vu le phénomène que je viens d'indiquer pour le laryngé supérieur. Ses résultats négatifs s'expliquent sans doute par la narcose à l'atropomorphine, à laquelle il soumit ses animaux. Il est clair, en effet, tout d'abord que la sécrétion provoquée par l'excitation du laryngé (que du reste l'auteur ne recherchait pas) devait faire totalement défaut sur un animal empoisonné par l'atropine; d'autre part, on sait que la narcose par la morphine n'est point favorable à l'étude des actions vaso-motrices. »

PHYSIOLOGIE CELLULAIRE. — *Sur la signification physiologique de la division cellulaire directe*. Note de MM. **E.-G. Balbiani** et **F. Henneguy**, présentée par M. Guignard.

« Les histologistes ne sont pas actuellement d'accord sur la signification physiologique de la division cellulaire directe ou amitose. Les uns, avec Flemming, Ziegler, vom Rath, etc., admettent que l'amitose est un phénomène de dégénérescence et que les cellules-filles résultant d'une division directe ne peuvent plus, en général, se diviser. Les autres, avec Lœwit, Verson, Frenzel, Paladino, etc., pensent qu'à côté d'une division directe dégénérative il en existe une autre régénératrice, à la suite de laquelle les cellules peuvent continuer à se multiplier.

» Les observations que nous avons pu faire au cours d'expériences de greffe sur des têtards de Grenouille nous ont donné des résultats très nets qui nous permettent de nous ranger à la seconde opinion.

» Si l'on maintient en contact, dans l'air humide, deux fragments de queues de têtards, ou l'extrémité d'une queue avec la partie postérieure d'un têtard préalablement anesthésié, dont on a sectionné une partie de la nageoire caudale, on constate que, au bout d'une heure à une heure et demie, les fragments rapprochés se sont suffisamment soudés pour ne plus se séparer quand on les replace dans l'eau. Cette soudure est toute superficielle et se fait aux dépens des cellules épithéliales, qui prolifèrent très rapidement.

» En examinant la ligne de suture des deux parties greffées, soit à l'état vivant, soit immédiatement après l'action d'un fixateur et d'un colorant, soit enfin sur des coupes, on ne trouve aucune cellule en voie de division indirecte, tandis qu'on voit d'assez nombreuses mitoses dans l'épithélium superficiel à une certaine distance de la ligne de suture. La multiplication des cellules est cependant très active en ce point, car elle se traduit, non seulement par la disparition de la fente qui sépare les deux moitiés de la greffe, mais encore par la production de bourgeons épithéliaux, souvent volumineux, qui apparaissent en plusieurs endroits des surfaces de section. Ces bourgeons se forment par une série d'amitoses successives et rapides.

» Lorsque, plus tard, la greffe est consolidée et que la circulation s'est rétablie dans la portion de queue soudée à un têtard, on peut retrouver des cellules en voie de division indirecte au point de soudure.

» La rapidité avec laquelle se fait la réunion des deux parties greffées, au moyen des cellules épithéliales, permettait de penser que ces cellules devaient se diviser amitotiquement. On sait, en effet, d'après les données de Flemming, Peremeschko, Retzius, que la durée d'une mitose, chez les Amphibiens, est en moyenne de trois heures; or, dans nos observations, déjà, au bout d'une heure, il s'est produit un grand nombre de divisions cellulaires.

» On ne peut considérer ici l'amitose comme un phénomène de dégénérescence, puisqu'elle conduit, au contraire, à une régénération et a pour résultat de combler la lacune qui existe entre les parties greffées.

» Il nous semble donc démontré qu'une cellule, qui se divise normalement par mitose, peut, dans certaines conditions, lorsqu'elle se multiplie très rapidement, présenter la voie directe comme mode de division, pour reprendre ensuite la voie indirecte.

» A côté de l'amitose qui s'observe dans un grand nombre de cellules âgées, et qui aboutit généralement à une fragmentation du noyau, il faut admettre une amitose proliférative, physiologique, plus rapide que la mitose, et qui paraît suppléer celle-ci lorsque les phénomènes compliqués de la karyokinèse n'ont pas le temps de se produire. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Étude de l'armature masticatrice du gésier chez les* Blattidæ *et les* Gryllidæ [1]. Note de M. **Bordas**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Parmi les différentes parties dont se compose le tube digestif des *Orthoptères,* la plus intéressante est, sans contredit, le *gésier.* Cet organe, à peu près constant dans l'ordre tout entier, est plus ou moins variable suivant les divers genres. Les modifications, souvent fort considérables qu'il éprouve, sont toujours en rapport avec le genre de vie de l'animal. De plus, grâce à la disposition si caractéristique des nombreuses pièces ou dents qui composent son armature masticatrice chitineuse interne, il peut fournir, pour la détermination des espèces, des caractères aussi nets et aussi constants que ceux tirés, soit de l'armature buccale, soit même de certaines autres parties de l'organisation externe. Notre étude a porté sur une *dizaine* d'espèces appartenant à la famille des *Blattidæ* et sur *six* espèces de *Gryllidæ* [2]. Les *Blattidæ* nous ont fourni des résultats particulièrement intéressants et nous ont permis de suivre, presque pas à pas, la réduction progressive, jusqu'à son atrophie à peu près complète, de l'organe que nous nous proposons d'étudier.

» 1° Le *gésier* des *Periplaneta* fait directement suite au jabot, dont il est séparé par un sillon annulaire. C'est un organe conique, avec base dirigée en avant et sommet en arrière. Ses parois sont épaisses, musculaires, et sa face interne est garnie d'une puissante *armature masticatrice,* composée de *six* dents, dans les intervalles desquelles existent six paires de denticules aplaties, accouplées et soudées entre elles par leur bord interne. Chaque *dent* repose sur les parois du gésier par une base rectangulaire et porte, en général, sur son bord libre trois tubercules. Chaque dent présente une coloration jaune pâle, coloration qui s'accentue progressivement vers l'extrémité libre, où elle prend une teinte noir foncé. La forme de chaque dent, dont l'ensemble forme une couronne à la base du gésier, est celle d'un tronc de prisme triangulaire. Chacune des dents a environ 1^{mm} de longueur sur $0^{mm},8$ de large et présente, à sa partie supérieure, un long tubercule conique. Au-dessous de ce dernier en existent deux autres semblables, mais beaucoup plus petits. Cette grosse dent chitineuse, dure et résistante, est séparée par une profonde dépression cunéiforme d'un bourrelet conique, sorte de dent musculaire recouverte, sur sa face supérieure, d'une mince enve-

---

(1) Résumé d'un travail fait au Muséum (laboratoire de M. Edm. Perrier).

(2) La plus grande partie des espèces soumises à notre examen nous ont été très obligeamment fournies par M. Ch. Brongniart, Assistant au Muséum.

loppe cornée. Ce second tubercule, de forme pyramidale, envoie vers l'axe du gésier un petit appendice chitineux, recourbé en forme de bec de perroquet, et présente latéralement deux faces triangulaires. Après ce tubercule secondaire vient une nouvelle dépression, semblable à la précédente, suivie d'un nouveau bourrelet allongé, cunéiforme et à bord tranchant, dirigé vers le centre du gésier. Il disparaît peu à peu à mesure qu'il se rapproche de l'appendice cylindrique qui fait communiquer l'organe qui nous occupe avec la partie antérieure de l'intestin moyen. Les trois sortes de dents que nous venons de décrire, séparées par de profondes dépressions, sont situées sur une même colonne présentant la forme d'un prisme triangulaire allongé, aminci d'avant en arrière, et dont l'angle dièdre libre est tourné vers l'axe du gésier. De toutes ces dents, celle qui est de *beaucoup la plus volumineuse* et la *plus puissante*, est celle que nous avons décrite la première, laquelle est située vers la base de l'organe.

» Les *denticules* ont, au point de vue de la mastication, une importance secondaire. Ce sont de petites lamelles aplaties, chitineuses, triangulaires, accolées par leur bord interne et situées dans les profondes dépressions longitudinales séparant deux colonnes de dents.

» Cette *armature chitineuse* des *Blattidæ* rappelle assez bien, par sa puissance masticatrice, le *moulin gastrique* de l'Écrevisse. Quand l'animal est au repos, les diverses pièces que nous venons de décrire, dont l'ensemble présente dans chaque série une disposition cunéiforme, convergent vers l'axe de l'organe. Les colonnes longitudinales ne laissent entre elles que d'étroites dépressions au fond desquelles sont situées les denticules. Pendant la digestion, au contraire, les masses masticatrices, mues par la puissante musculature du gésier, accomplissent divers mouvements et triturent les substances alimentaires que déverse constamment le jabot.

» Le *gésier* des *Blatta* a la forme d'une cupule, à base élargie et à parois externes légèrement plissées. A l'intérieur existent *six* grosses dents chitineuses, prismatiques, à bord libre tourné vers le centre de l'organe et présentant, d'avant en arrière, deux ou trois tubercules. Elles sont disposées circulairement vers la base du gésier et séparées l'une de l'autre par des dépressions longitudinales, au fond desquelles existent des denticules aplaties et striées.

» Chez la *Polyzosteria*, le *gésier* est un organe puissant et admirablement conformé pour effectuer la mastication des aliments. Il a une forme conique à sommet dirigé en arrière. Sa base est presque circulaire, légèrement concave et sa face externe présente, vers sa partie moyenne, un sillon circulaire peu profond qui paraît la diviser en deux portions inégales. Ses parois sont très épaisses et c'est sur leur face interne que sont appliquées *six* fortes dents disposées en cercle suivant six séries longitudinales. Chaque dent affecte une forme prismatique et est pourvue d'un bord tranchant tourné vers l'axe du gésier. La forme de ce bord varie à l'infini et présente tantôt l'apparence d'une lame régulière et tranchante ; tantôt, au contraire, elle est recourbée ou porte une série de tubercules droits, arqués, crochus en forme de bec de perroquet.

» C'est chez les *Blabera* qu'on peut constater un commencement d'atrophie du *gésier*. L'armature masticatrice a en partie disparu et se trouve remplacée par six plissements longitudinaux, de forme triangulaire, dirigés d'avant en arrière et séparés par autant de larges sillons parallèles. C'est à l'origine de ces replis, vers l'orifice antérieur du gésier, que se dressent six petits tubercules chitineux, légèrement concaves

et à pointe acérée, de couleur noir foncé, dirigée en arrière. De chaque côté de la pointe médiane existe un petit tubercule court et de forme triangulaire.

» Enfin, chez les *Panesthia* et les *Epilampra*, le *gésier*, presque complètement atrophié, n'est plus représenté que par un tube court et légèrement arrondi, compris entre le jabot et l'intestin. Or, tandis que chez la *Panesthia* on peut encore constater l'existence de six petits tubercules chitineux et coniques, derniers vestiges de la puissante armature masticatrice des *Periplaneta*, chez les *Epilampra*, tout a complètement disparu et toute trace de denticulations est effacée. Il ne reste plus, comme derniers témoins de l'armature si développée chez les espèces précédentes, que six colonnettes musculaires très courtes, jouant le rôle de valvules à l'orifice postérieur du jabot.

» 2° Parmi les *Gryllidæ*, nous avons étudié les espèces suivantes : *Gryllus campestris, G. domesticus, Nemobius sylvestris, Gryllotalpa vulgaris, Brachytrypes membranaceus*, etc. Leur *gésier* présente, quant à sa morphologie externe, à peu près les mêmes caractères et ne diffère, d'une espèce à l'autre, que par la forme, la disposition et la puissance des diverses dents qui composent l'armature masticatrice interne. Chez toutes les espèces, cette armature est puissamment développée.

» Chez le *Gryllus campestris*, que nous prenons comme type de notre description, le *gésier* affecte une forme ovoïde ou légèrement sphérique et est enveloppé, à sa base et sur ses côtés, par deux appendices intestinaux très volumineux. Ses parois sont musculaires, très épaisses et tapissées intérieurement par une armature masticatrice extrêmement puissante, qui agit sur les aliments à la façon d'une râpe pour les triturer et les pulvériser. Elle comprend six colonnes, séparées les unes des autres par autant de sillons longitudinaux, au fond desquels sont situées des tigelles ou baguettes chitineuses. Chaque colonne comprend trois rangées de dents. Les dents médianes sont formées de deux parties : une racine généralement courte, bifide et implantée presque perpendiculairement aux parois du gésier, et une couronne munie de cinq pointes, dont une médiane et quatre latérales. La pointe médiane, de forme triangulaire, est chitineuse vers son extrémité terminale, où elle porte, de chaque côté, trois à cinq denticules pointues et acérées. Elle est légèrement recourbée dans le sens de la progression des aliments. Les deux paires de pointes latérales, différentes de forme, se terminent pas une extrémité plus ou moins élargie et denticulée. Entre ces deux pointes existe, dressée perpendiculairement aux parois du gésier, une masse conique musculaire, à sommet libre, chitineux et cilié, jouant le rôle de dent accessoire.

» Quant aux dents latérales, séparées de la série médiane par une profonde mais étroite dépression longitudinale, elles présentent la forme de tubercules coniques, chitineux à leur sommet, où existe une pointe légèrement recourbée. »

MINÉRALOGIE. — *Note préliminaire sur la constitution des phosphates de chaux suessoniens du Sud de la Tunisie*, par M. L. Cayeux.

« Je dois à l'obligeance de M. Parran, ingénieur en chef des Mines, et de M. Douvillé, professeur à l'École des Mines, de pouvoir communiquer à l'Académie quelques données préliminaires sur les phosphates de la

vallée de la Sedja, à l'ouest de Gafsa (Tunisie). On sait que ces phosphates, découverts par M. Ph. Thomas, sont d'âge suessonien ([1]).

» Les échantillons qui ont été mis à ma disposition par MM. Parran et Douvillé rappellent à s'y méprendre les sables phosphatés cohérents de la Somme. A la loupe, ils se décomposent en grains arrondis, ovoïdes, quelquefois anguleux, mesurant de un à plusieurs dixièmes de millimètre de diamètre. Quelques-uns dépassent un millimètre. Ils ne sont jamais calibrés.

» Les sections minces pratiquées dans ces échantillons montrent que les éléments phosphatés sont uniformément colorés en jaune pur ou chargé d'un pigment brunâtre. Ils paraissent homogènes aux faibles grossissements. Un très petit nombre — quelques individus par préparation — renferment en leur centre soit un *Foraminifère*, soit un *Radiolaire*.

» En s'aidant de forts objectifs et d'une bonne lumière, on constate que l'aspect homogène des grains n'est qu'une apparence. En réalité, la plupart des éléments représentent un véritable nid de microorganismes. On y trouve pêle-mêle des carapaces complètes et fragmentaires de *Diatomées*. C'est par dizaines que l'on compte les restes de *Bacillariacées* dans beaucoup de grains de phosphate. Certains éléments se résolvent même en un véritable feutrage de cuirasses de Diatomées. Le nombre de vestiges laissés par ces Algues dans la petite masse de matière phosphatée dont est faite une seule préparation est incalculable. Diatomées et Radiolaires ont conservé intacts les détails les plus minutieux de la structure de leur squelette. J'ai reconnu des genres comme *Triceratium*, *Coccinodiscus*, etc., qui vivent à la fois dans les eaux marines et saumâtres.

» Avant d'inférer que cette composition organique si particulière s'étend à tout le gisement, il serait nécessaire d'examiner un plus grand nombre d'échantillons. De cette étude préliminaire et très incomplète, on peut déjà conclure :

» 1° Qu'il existe, dans la vallée de la Seldja, du phosphate de chaux issu, non pas d'une *boue à Foraminifères*, comme le phosphate sénonien du bassin de Paris et de la Belgique, mais d'une *boue à Diatomées*. C'est un *tripoli phosphatisé*.

» 2° Tandis que chaque grain des phosphates de la Somme et de la Bel-

---

(1) Ph. Thomas, *Sur la découverte de gisements de phosphate de chaux dans le Sud de la Tunisie.* (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1184; 1885.)

Ibid., *Sur la découverte de nouveaux gisements de phosphate de chaux en Tunisie.* (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1321; 1887.)

gique correspond généralement à un seul Foraminifère qui a servi de centre d'attraction à la matière phosphatée, chaque élément des échantillons considérés est le produit non du *remplissage* d'un organisme, mais de l'*épigénie* d'une petite portion de boue à Diatomées, organismes et ciment compris.

» Le Suessonien phosphaté de la vallée de la Seldja se signale tout spécialement à l'attention des diatomistes qui y trouveront d'inépuisables sujets d'études, d'autant plus intéressantes que les célèbres dépôts de Diatomées fossiles (tripolis d'Oran, de Richmond, de Bilin, etc.) sont d'âge plus récent (¹).

» Je n'ai pas encore pu établir si l'accumulation des grains de phosphate est le résultat d'un transport ou le produit d'une formation sur place. Il importe cependant de noter que les éléments phosphatés se déforment, en s'appliquant les uns sur les autres, toutes les fois qu'ils sont assez nombreux pour se trouver en contact. Cette particularité est difficilement explicable si l'on n'admet pas qu'*une partie au moins* du développement de ces grains s'est effectuée *in situ*.

» Dans l'état actuel de nos connaissances, la composition du dépôt phosphaté ne fournit aucune indication sur les conditions de profondeur qui ont présidé à sa genèse. Dans la plupart des préparations étudiées, les agents mécaniques n'ont laissé pour toute trace de leur activité que la fragmentation de cuirasses de Diatomées. Un échantillon renferme de nombreux grains de quartz calibrés mesurant $0^{mm},12$ en moyenne, alors que les éléments phosphatés qui les accompagnent sont d'un diamètre très variable et notablement supérieur à ce chiffre.

» Parmi les fossiles remis à M. Douvillé par M. Parran se trouvent de grosses Huîtres du groupe de l'*Ostrea edulis*. On sait que cette forme fait partie de la zone des Laminaires, dont la profondeur maxima est de 27^{m} ou 28^{m}. Je souligne en passant l'association vraiment singulière de ces fossiles avec les Diatomées et les Radiolaires.

» J'ai étendu cette étude à quelques échantillons de phosphate suessonien de la province de Constantine. L'un d'eux est originaire de Bordj Redir et m'a été remis par M. Blayac; deux autres sont de Kissa et de Dyr

---

(¹) Je rappelle, à ce propos, que j'ai signalé de nombreuses Diatomées marines dans le Suessonien du département du Nord.

L. Cayeux, *De l'existence des Diatomées dans l'Yprésien du Nord* (*Ann. Soc. g. du Nord*, t. XIX, p. 131; 1891).

(région de Tébessa), ils ont été déposés par M. Zeiller à la collection de Géologie de l'École des Mines. L'examen très rapide que j'en ai fait m'a permis d'y reconnaître quelques vestiges de Diatomées. Il semble bien probable qu'il existe dans la région de Tébessa des phosphates qui procèdent de la même origine que ceux que je viens de décrire ([1]). »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

ERRATA.

(Séance du 13 juillet 1896.)

Page 109, ligne 4, *au lieu de* F. Berton, *lisez* F. Berlioz.

([1]) J'ai pu étudier un échantillon de phosphate de la région de Boghari (Alger). Il est composé de grains renfermant un ou plusieurs *Foraminifères* de forme très robuste, à test calcaire de conservation parfaite. On trouve donc en ce point le processus de genèse d'éléments phosphatés par remplissage de coquilles de Rhizopodes.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 AOUT 1896.

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des sables diamantifères du Brésil.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Grâce à l'obligeance de M. Lacroix, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, nous avons pu rechercher si les sables diamantifères du Brésil renfermaient aussi des diamants microscopiques.

» 4500^{gr} de sable ont été tamisés, et nous ont donné 1350^{gr} de poudre presque entièrement formée de silice.

» L'attaque en est très longue, et ce n'est qu'après une douzaine de traitements alternés, à l'acide fluorhydrique et à l'acide sulfurique bouillants, que l'on est arrivé à un résidu de 2^{gr}.

» La substance est alors traitée par le fluorhydrate de fluorure de potassium en fusion, puis attaquée par le bisulfate de potassium.

» Ce résidu renfermait des parcelles déchiquetées en voie d'attaque, de petits grains transparents, quelques paillettes d'or et de platine natifs, et de petits cristaux noirs, brillants, ayant l'aspect du graphite. On a séparé quelques-uns de ces derniers, et on les a transformés en oxyde graphitique qui, par déflagration, a donné de l'oxyde pyrographitique.

» Après avoir caractérisé le graphite, tout le résidu a été traité par l'iodure de méthylène. La partie, plus dense que ce liquide, a été séparée et traitée à nouveau par le fluorhydrate de fluorure, puis par le bisulfate. Une attaque à l'eau régale a fait disparaître les métaux précieux.

» Nous avons pu séparer ensuite des fragments noirs et des fragments transparents, n'ayant pas d'action sur la lumière polarisée, qui ont brûlé complètement dans l'oxygène, en fournissant un précipité blanc dans l'eau de baryte.

» Ce résidu renfermait des grains brillants agissant sur la lumière polarisée, de forme allongée, à surface corrodée, incombustibles, et qu'on a pu faire disparaître à la longue par des attaques successives.

» Ce sable du Brésil contient du diamant noir à surface chagrinée, des diamants transparents dont la forme était irrégulière, et enfin du graphite.

» Il existe donc dans la nature, soit au Cap, soit au Brésil, des diamants microscopiques, noirs ou transparents, et, dans les deux cas, ces parcelles de carbone, à densité élevée, sont accompagnées de graphite. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'oxydation de la matière organique du sol;* par MM. **P.-P. Dehérain** et **E. Demoussy**.

« Au cours de la longue série de recherches entreprise au laboratoire de Physiologie végétale du Muséum sur la formation des nitrates dans la terre arable, nous avons reconnu qu'une terre portée à 120°, à l'autoclave, pendant une heure, puis réensemencée, donne, après quelques semaines, plus de nitrates qu'une terre qui n'a pas été chauffée. L'analyse des terres soumises à l'élévation de température montre qu'il ne s'y est formé qu'une quantité d'ammoniaque trop faible pour qu'on puisse supposer qu'elle est la seule source des nitrates apparus en excès dans les terres chauffées. Mais l'atmosphère des tubes dans lesquels les terres ont été enfermées est très chargée d'acide carbonique; en perdant du carbone la matière organique est donc devenue plus apte à la nitrification qu'elle ne l'était d'abord, et cette observation nous a conduits à étudier les conditions dans lesquelles se produit l'oxydation de l'humus du sol.

» *Production d'acide carbonique par simple action chimique.* — Une terre exposée à la température de 120° produit, ainsi qu'il vient d'être dit, malgré la disparition de ses microrganismes, une quantité notable d'acide carbonique; pour savoir si à la température ordinaire cette oxydation purement chimique se produisait encore, nous avons introduit 25^{gr} d'une terre de jardin, additionnée de 6^{gr} d'eau, dans un tube fermé à une extrémité et portant à l'autre un renflement, dans lequel on a logé un tampon de coton; le tube a été étiré, fermé à la lampe, puis porté à 120°, de façon à tuer tous les ferments; on a alors introduit la pointe dans un caoutchouc à vide, on a extrait tous les gaz à la trompe à mercure, puis on les a remplacés par de l'air normal qui se dépouillait de ses germes sur le coton; on a refermé à la lampe et abandonné la terre ainsi stérilisée, pendant onze jours, à la température de 22°. A ce moment, l'extraction à la trompe a donné $20^{cc},3$ de gaz, renfermant 2^{cc} d'acide carbonique et $1^{cc},6$ d'oxygène, soit $\frac{10}{100}$ d'acide carbonique et $\frac{8}{100}$ d'oxygène; en employant un mode d'évaluation qui nous a servi souvent au cours de ce Mémoire, on trouve qu'en vingt-quatre heures 100^{gr} de terre auraient fourni $0^{cc},72$ d'acide carbonique.

» Si, à la température de 22°, l'oxydation de l'humus par seule action chimique, n'est pas nulle, elle est très faible, et très inférieure à celle qu'on observe quand les ferments entrent en jeu; en effet, 100^{gr} de la même terre ayant conservé ses microrganismes donnent en vingt-quatre heures : 8^{cc} d'acide carbonique.

» *Influence de l'aération.* — L'énergie de l'oxydation varie avec la facilité que rencontre l'oxygène à pénétrer dans les interstices de la terre; on trouve cependant sensiblement les mêmes quantités d'acide carbonique formées par une terre bien étalée dans un tube et par une autre tassée par des chocs répétés; mais il n'en est plus ainsi pour une terre façonnée en boulettes, imitant les mottes qui prennent si facilement naissance dans des terres argileuses travaillées mal à propos; au lieu de 8^{cc} par vingt-quatre heures, 100^{gr} de terre n'ont plus donné que 3^{cc} d'acide carbonique; et quand on a tassé la terre au maximum en la faisant parcourir par un courant d'eau appelé par le vide ([1]), on n'a plus obtenu que 1^{cc}.

» On a vu plus haut que l'énergie de la nitrification était liée à l'oxydation préalable de la matière organique, et on conçoit combien il importe, pour que cette oxydation se produise, que la terre bien ameublie soit pénétrée d'air de toutes parts.

([1]) *Ann. ag.*, t. XXII, p. 49.

» *Influence de l'humidité*. — La quantité d'acide carbonique formée varie avec le degré d'humidité de la terre; nous avons trouvé que cette production atteint son maximum pour une terre franche quand elle renferme $\frac{17}{100}$ d'eau, mais qu'elle décline quand la proportion d'humidité descend à $\frac{10}{100}$ ou s'élève à $\frac{25}{100}$, que les observations aient lieu à 22° ou à 44°.

» La terre franche, pauvre en humus, fournit toujours moins d'acide carbonique que n'en émet la terre de jardin, plus chargée de matière organique. Pour celle-ci, la proportion d'eau la plus favorable est de $\frac{25}{100}$ à 22°; à la température de 44°, la quantité d'acide carbonique formée reste semblable avec $\frac{17}{100}$ ou $\frac{25}{100}$ d'humidité, mais elle baisse aussi bien quand cette teneur descend à $\frac{10}{100}$ que lorsqu'elle s'élève à $\frac{30}{100}$.

» *Oxydations successives d'un même échantillon de terre*. — L'acide carbonique, émis en vingt-quatre heures par 100^{gr} de terre, ne renferme jamais qu'une faible fraction du carbone contenu dans l'échantillon mis en expérience; nous avons cherché si, en prolongeant cette action oxydante, nous arriverions à transformer une partie notable de la matière organique. Un échantillon a été placé dans un tube d'une capacité de 100^{cc} environ, muni d'un bon bouchon de caoutchouc traversé par un petit tube à gaz effilé qu'il était facile de fermer à la lampe. On a trouvé que 100^{gr} de terre perdaient au début $4^{mgr},4$ de carbone en vingt-quatre heures; puis, en échelonnant les analyses pendant une période de trente et un jours, on a reconnu que l'énergie de l'oxydation devenait moindre et que la perte moyenne de carbone tombait à $2^{mgr},3$, $2^{mgr},0$, $1^{mgr},8$ et $0^{mgr},9$ par vingt-quatre heures. La quantité totale de carbone oxydé a été de 60^{mgr}, et comme la terre en renfermait 2^{gr}, c'est donc seulement 3 pour 100 du carbone organique qui a été transformé pendant la longue durée de cette expérience.

» MM. Berthelot et André nous ont appris (1) que l'humus est un mélange de plusieurs matières différentes; nos expériences conduisent aux mêmes conclusions. En effet, bien que les conditions d'humidité, d'aération et de température aient été les mêmes pendant toute la durée de nos observations, notre échantillon de terre a fourni des quantités journalières d'acide carbonique qui ont décru dans une forte mesure du début à la fin des expériences, ce qui implique que l'action de l'oxygène favorisée par les microrganismes s'est exercée sur des matières différentes puisqu'elles ont été inégalement attaquées.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 166; 1893.

» *Mode d'oxydation de la matière organique à basse température.* — La matière carbonée du sol est assez oxydable pour absorber complètement l'oxygène de l'atmosphère dans laquelle elle est maintenue : c'est ce que tous les observateurs ont constaté; mais, si l'expérience est d'assez courte durée pour que de l'oxygène ait persisté, on trouve souvent que la somme des volumes de cet oxygène restant et de l'acide carbonique formé ne représente pas l'oxygène primitif, d'où il faut conclure qu'une partie de l'oxygène a été employée soit à brûler de l'hydrogène et à produire de l'eau, soit à former une matière plus oxydée que celle que renfermait primitivement la terre mise en expérience.

» *Influence de l'élévation de température.* — L'émission d'acide carbonique par la terre franche et par la terre de jardin, portées à des températures croissantes, n'augmente que dans une faible mesure de 22° à 44°; mais l'oxydation devient bien plus énergique quand la température monte jusqu'à 65°. A ce moment, 100^{gr} de terre franche donnent en vingt-quatre heures 30^{cc} d'acide carbonique, et, 100^{gr} de terre de jardin, 88^{cc}; mais, quand on porte la température à 80°, ces quantités tombent à 17^{cc} pour la terre franche et à 42^{cc} pour la terre de jardin.

» Cette chute de la courbe s'explique aisément : M. Schlœsing fils a trouvé que les ferments du fumier de cheval ne périssent qu'à 73°, et l'un de nous a constaté souvent dans le fumier de ferme des températures atteignant 60°; jusqu'à 65°, le travail des microrganismes s'est ajouté aux réactions chimiques pour déterminer l'oxydation de la matière organique; à 80°, l'action chimique, restée seule en jeu, ne présente encore qu'une médiocre énergie, et c'est seulement lorsque la température atteint 96° que l'acide carbonique est produit aussi abondamment qu'à 65°, quand les microrganismes étaient encore en activité.

» Au delà de 96° la production de l'acide carbonique s'accroît avec une extrême énergie; à 100°, en vingt-quatre heures, 100^{gr} de terre franche produisent 77^{cc} d'acide carbonique, et 100^{gr} de terre de jardin 188^{cc}; à 110° les nombres correspondent respectivement à 178^{cc} et à 266^{cc}.

» *Oxydation et décomposition de la matière organique aux températures supérieures à* 100°. — Quand les expériences à 110° ou à 120° présentent quelque durée, tout l'oxygène a disparu de l'atmosphère confinée, et, en outre, le volume de l'acide carbonique formé surpasse le volume de l'oxygène primitif; dans ce cas, la formation de l'acide carbonique est due non seulement à une oxydation, mais encore à un dédoublement.

» Pour démontrer que la matière organique du sol fournit de l'acide

carbonique autrement que par oxydation, on a chauffé à 120°, pendant une heure, 25^{gr} de terre dans un tube vide de gaz; après refroidissement on a extrait 5^{cc},7 de gaz renfermant 5^{cc},4 d'acide carbonique.

» Quand on n'introduit dans un tube qu'une faible quantité de terre, ou bien qu'on ne donne à l'expérience qu'une courte durée, on reconnaît que l'atmosphère du tube n'est pas entièrement dépouillée d'oxygène; mais, en faisant la somme de cet oxygène restant et de l'acide carbonique formé, on trouve qu'elle ne représente pas l'oxygène primitif. L'oxydation de la matière organique comporte donc, aussi bien au delà de 100° qu'à la température ordinaire, une formation d'eau ou une production d'une matière plus oxydée; mais, aux températures élevées, ces dernières réactions sont souvent masquées par le dégagement d'acide carbonique provenant d'un dédoublement.

» *Oxydation successive de la matière organique du sol à* 110°. — Nous avons vu qu'à 22° une terre soumise à des oxydations successives n'a perdu, en trente-cinq jours, que $\frac{3}{100}$ de son carbone organique; à 110°, l'oxydation est bien plus active; au début, en vingt-quatre heures, 5^{gr} de terre perdent 7^{mgr},3; pendant les trois opérations suivantes, la perte a été, en vingt-quatre heures, de 4^{mgr},6; elle est tombée ensuite à 2^{mgr} en moyenne pour chacune des cinq dernières opérations et, si l'on pouvait supposer que l'oxydation se continue avec une parfaite régularité, il suffirait de vingt-deux jours de chauffe pour que toute la matière organique disparût entièrement.

» *Conclusions.* — Bien que ce soit aux températures supérieures à 100° que l'oxygène de l'air brûle rapidement la matière organique du sol, l'oxydation est assez active entre 40° et 60° pour faire concevoir que, dans les régions chaudes, les terres labourées et laissées sans engrais deviennent stériles, par disparition de l'humus qu'y avait accumulé la végétation spontanée.

» Dans nos régions tempérées, cette disparition est plus lente; cependant, des terres du champ d'expérience de Grignon, portant des cultures variées et laissées sans engrais, ont perdu en dix ans la moitié de leur matière organique.

» Quand les sols reçoivent de copieuses fumures, l'oxydation, loin d'être à craindre, est, à notre gré, trop lente, d'où le travail incessant auquel se livrent les cultivateurs pour ameublir leurs terres, et y faire pénétrer l'oxygène qui amène l'humus à une forme telle, que la nitrification de son azote puisse se produire. »

ZOOLOGIE. — *Sur un hybride de Mouflon à manchettes et de Chèvre.* Note de M. A. **Milne-Edwards**.

« Les observations de M. Cornevin [1] confirment celles que j'ai faites à la Ménagerie du Muséum d'Histoire naturelle sur des Chabins envoyés du Chili en 1886 et qui, depuis cette époque, se reproduisent régulièrement entre eux, mais sont restés stériles quand ils ont été rapprochés des Chèvres ou des Boucs.

» Le Mouflon à manchettes du Nord de l'Afrique (*Ovis tragelaphus*, Desmarest), qui appartient à la famille des Moutons, peut féconder la Chèvre : en 1895, après bien des essais infructueux, j'ai obtenu un hybride de ces deux animaux ; mais il n'était pas né à terme, la mère ayant avorté au troisième mois de la gestation.

» Le Jharal de l'Inde (*Capra jemlaica*, Smith), que les zoologistes placent dans le genre *Hemitragus* et dont un mâle adulte existe au Jardin des Plantes, n'a jusqu'à présent donné aucun produit avec les Chèvres, bien que les accouplements soient fréquents. »

CHIMIE ET MÉCANIQUE BIOLOGIQUES. — *Ce qu'il faut penser de la prétendue dissipation stérile de l'énergie dans l'exécution du travail musculaire, d'après les faits qui commandent la distinction entre l'énergie consacrée au soulèvement même des charges et celle qui est dépensée pour leur soutien pendant le soulèvement. Extension des applications de la loi de l'équivalence énergétique en Biologie;* par M. A. **Chauveau**.

« Plusieurs physiologistes se sont mépris, dans ces derniers temps, sur la valeur que j'attribue au rendement mécanique de l'énergie mise en jeu dans l'exécution du travail musculaire, c'est-à-dire au rapport du travail extérieur produit à la dépense intérieure effectuée. J'aurais donné à ce rapport une valeur égale à l'unité! Il m'est impossible de m'expliquer une pareille erreur. Jamais je n'ai rien écrit qui pût l'autoriser, ni dans mes anciennes publications, ni dans mes Notes récentes, qui complètent, en les redressant sur quelques points, les notions relatives à ce sujet exposées

---

(1) Voir plus loin, p. 322.

dans mon Ouvrage : *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*. Cette dernière publication contient tout un Chapitre sur la question. On y trouve, développées jusqu'à la minutie, toutes les raisons qu'on a d'attribuer audit rapport une valeur variable graduellement décroissante à mesure que le raccourcissement musculaire se prononce davantage, etc. Si j'avais à écrire ce Chapitre aujourd'hui, j'y apporterais sûrement des modifications, parce que les questions neuves en appellent toujours dans le cours de leur évolution (¹). Mais je n'aurais rien à changer, au fond, à mes conclusions sur le rendement mécanique de l'énergie totale dépensée par la contraction musculaire. Les déterminations de ma précédente Note en font foi.

» Ces déterminations démontrent, en effet, que la dépense énergétique est plus forte avec le raccourcissement + qu'avec le raccourcissement —, *pour un même travail extérieur accompli*. L'explication de cette différence est contenue dans les lois que j'ai établies sur la valeur du travail physiologique du muscle, c'est-à-dire la création d'élasticité active dont l'organe devient le siège au moment où il se contracte. Ce travail est d'autant plus grand que le raccourcissement est plus considérable. Il est donc naturel que la dépense énergétique suive la même progression, soit qu'on mesure cette dépense à l'échauffement musculaire, soit qu'on l'apprécie d'après les échanges respiratoires.

» Une plus grande précision peut être donnée à cette proposition, en tirant parti des renseignements que nous possédons sur le mode de constitution des résistances que la puissance musculaire doit surmonter ou équilibrer dans le cas de travail mécanique. Le muscle qui soulève une charge n'a pas à vaincre seulement la résistance *extérieure*, celle que la pesanteur oppose au déplacement de cette charge; il lui faut encore surmonter la résistance *intérieure* que la substance musculaire oppose à sa déformation. D'où il résulte que la dépense énergétique du muscle en contraction

(¹) C'est ainsi que j'ai introduit (voir *Comptes rendus*, 8 juillet 1895, 13 et 20 janvier 1896), dans la conception que j'ai adoptée sur le mécanisme intime de la contraction dynamique, une addition importante. Outre la force élastique créée pour le soutien de la charge pendant son soulèvement, $\frac{\text{El. st.}}{2}$, seul agent dont j'ai tenu compte dans mon Livre pour établir la théorie de la contraction dynamique, je fais intervenir maintenant la force élastique qui opère le transport de la charge d'une position à une autre. Cette dernière force s'ajoute à $\frac{\text{El. st.}}{2}$ dans le cas de travail positif; elle s'en retranche dans le cas de travail négatif.

dynamique comprend deux parts : l'une, toujours identique à elle-même à tous les moments de la contraction et toujours équivalente au travail extérieur accompli, répond à la force élastique que le muscle consacre au *soulèvement même de la charge* (¹); l'autre, de valeur croissante avec le degré de raccourcissement du muscle, répond à la force élastique qui se crée dans le tissu musculaire maintenu rétracté pour *soutenir* la charge pendant son déplacement.

» C'est cette dernière dépense, presque toujours la plus considérable, qui est généralement considérée comme de l'énergie dissipée en pure perte, parce que cette dépense n'est pas représentée extérieurement par du travail mécanique. Il y a là une idée fausse, physiologiquement parlant. Pour ne pas être transformée en travail extérieur vrai, cette dépense énergétique n'en est pas moins utile, non pas seulement parce qu'elle est absolument nécessaire à la production du travail extérieur, mais encore parce qu'elle est intégralement représentée par le travail intérieur qui provoque la dépense.

» C'est de la méconnaissance de ce fait physiologique important que sont nées les idées courantes sur la médiocrité de l'aptitude du système musculaire à transformer économiquement en travail mécanique l'énergie que l'organisme animal mobilise dans ce but. Ces idées reposent sur une confusion, que j'ai tenu à faire cesser en démontrant, par ma comparaison du travail positif et du travail négatif, que la part d'énergie consacrée au soulèvement même de la charge équivaut au travail positif représenté par ce soulèvement. Il est vrai qu'en considérant l'ensemble de la dépense, il peut arriver qu'elle affecte une valeur bien plus considérable que celle du travail mécanique accompli. Cette exubérance apparente de consommation énergétique apparaissait comme une sorte de gaspillage analogue à celui qu'entraîne l'imperfection des moteurs inanimés, des machines à vapeur en particulier. Comme ces dernières, auxquelles on les assimilait bien gratuitement, les muscles passaient pour des moteurs à rendement relativement peu élevé, c'est-à-dire qu'on les regardait comme des instruments de confection défectueuse.

(¹) La méprise que je relève en commençant tient sans doute à ce qu'on n'a pas lu avec une attention suffisante les développements que j'ai donnés sur la définition du *soulèvement de la charge*, c'est-à-dire l'acte même du passage successif de cette charge par des points de plus en plus élevés, abstraction faite des actes concomitants.

» Je me suis toujours élevé, avec la plus grande vigueur, contre cette théorie du gaspillage. Il n'y a pas de dissipation *stérile* de l'énergie dans les organismes vivants. Le muscle emploie toujours utilement l'énergie qu'il met en jeu. Il en faut pour soulever les charges. Il en faut aussi pour les soutenir pendant qu'elles se déplacent. L'énergie consacrée à cette dernière fonction n'est pas plus gaspillée que celle qui est consacrée à la première. *Dans les deux cas, l'énergie se mobilise en proportion du résultat fonctionnel à atteindre.*

» Ce résultat fonctionnel, c'est le travail physiologique du muscle, sa contraction, la force élastique à double destination résultant de cette contraction, force élastique grâce à laquelle l'organe opère le soulèvement et le soutien des charges. Les considérations que j'ai présentées sur les lois de la création de cette force élastique, d'une part, sur le mouvement énergétique qu'entraîne cette création, d'autre part, démontrent la marche parallèle des deux phénomènes. J'en ai conclu que l'énergie, alors mobilisée, est toujours représentée exactement, à un moment donné, par le *travail physiologique* produit.

» La transformation de ce travail physiologique en travail mécanique utile n'est réalisée qu'en ce qui concerne l'énergie consacrée au soulèvement même des charges. Pour ce cas, je n'ai pas hésité à conclure catégoriquement, de ma comparaison du travail positif et du travail négatif, que l'acte même du soulèvement ne s'accompagne pas de gaspillage d'énergie, puisque *la valeur du travail mécanique est équivalente à la dépense chimique qu'exige en plus le soulèvement.*

» Mais il reste la dépense nécessaire à la partie du travail intérieur qui opère le soutien de la charge. Ce travail croît avec celle-ci et avec le raccourcissement musculaire; de même la dépense énergétique. L'état d'élasticité que ce travail crée dans le muscle et l'énergie qui y est employée sont donc également fonction du raccourcissement musculaire croissant multiplié par la charge. C'est cette dernière dépense que les mécaniciens ont le droit de déclarer *stérile*, à leur point de vue. Mais le physiologiste ne peut se soustraire à l'obligation de la considérer comme étant tout aussi bien *utilisée* que celle qui est employée au soulèvement même des charges, c'est-à-dire au travail extérieur vrai. Presque nulle avec les contractions *qui raccourcissent à peine les organes musculaires, cette dépense énergétique spéciale s'accroît graduellement à mesure que le raccourcissement se prononce davantage. D'où il résulte que le rendement mécanique de l'énergie consommée dans le cours d'une contraction dynamique qui soulève une charge diminue*

sans cesse jusqu'à la fin du raccourcissement musculaire. Le rendement, qui, au début de la contraction, était quasi $\frac{1}{1}$, passe successivement aux valeurs décroissantes $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, etc.

» Une autre question, d'une très grande importance, se présente maintenant au sujet de cette part de dépense énergétique employée à vaincre la résistance intérieure que le muscle, tendu par une charge, oppose à sa déformation, c'est-à-dire à son épaississement et à son raccourcissement. Quelle est la destination réelle de cette dépense? C'est de créer une *force de tension* (*énergie potentielle*) qui est d'autant plus grande que le muscle est plus épaissi et plus raccourci. Le fait est rigoureusement exact, et ce fait contient la substance d'un principe à exploiter en faveur d'une extension de la loi de l'équivalence à toutes les transformations énergétiques dont le tissu musculaire devient le siège quand il entre en action. Nous avions la démonstration de l'équivalence du travail positif avec la partie du travail physiologique intérieur (*création d'élasticité actuelle*) que le muscle consacre au soulèvement des charges. On va pouvoir y ajouter l'équivalence, en valeur thermodynamique, de l'autre partie de ce travail intérieur, celle qui consiste dans la création de la *force de tension* (*élasticité potentielle*) qui est employée au soutien des charges.

» En effet, mes expériences sur la valeur de l'élasticité engendrée par l'état de contraction statique ([1]) ont démontré que cette *force de tension* est capable de se transformer en *force vive,* quand une surcharge convenable, ajoutée à la charge primitive, allonge le muscle contracté et le ramène à sa longueur maxima. Or, cette transformation donne le moyen d'apprécier la valeur de l'énergie qu'exige la création de l'élasticité dissimulée dans cette partie du travail physiologique du muscle. Les deux forces, en effet, sont nécessairement équivalentes. Il en résulte que *le travail négatif constitué par l'allongement du muscle sous l'influence de la surcharge, ou la chaleur que ce travail négatif ajoute au muscle, représente la valeur de la force de tension qui a été transformée en force vive, c'est-à-dire de l'énergie primitivement consacrée à la création de l'élasticité de contraction.*

» Voilà bien un nouveau pas dans la voie des applications de la loi de l'équivalence aux phénomènes physiologiques de la contraction musculaire. Pour le moment, je ne fais qu'indiquer le principe exploité dans la circonstance. La légitimité n'en saurait être contestée. Il est sûr, en effet, que la transformation possible, en énergie actuelle ou force vive, de l'éner-

([1]) *Le travail musculaire*, etc., p. 28 et suiv.

gie potentielle ou force de tension dissimulée dans le tissu musculaire rétracté pour soutenir un poids, constitue un bon moyen de détermination de la valeur de cette énergie latente. En faisant abstraction du temps, qui est l'un des facteurs de la dépense entraînée par *la création de l'état de contraction statique,* ou plutôt en considérant ce temps comme infiniment court, *on arrive nécessairement à attribuer à la depense énergétique qu'exige cette création la valeur du travail négatif produit quand une surcharge, faisant disparaître l'état de raccourcissement des faisceaux musculaires, transforme en force vive la force de tension du muscle.*

» Les démonstrations expérimentales ne peuvent être données, bien entendu, qu'en ce qui concerne la *contraction purement statique*, où l'élasticité musculaire à l'état de force de tension est seule en jeu. Mais elles sont parfaitement applicables au cas de la *contraction dynamique* employée à faire du travail positif, cas où la force de tension, qui soutient la charge pendant son déplacement équivaut à la moyenne des deux forces de même nature qui devraient être créées pour le soutien permanent de la charge aux points de départ et d'arrivée de celle-ci : $\frac{\text{El. st. n}^\circ 1 + \text{El. st. n}^\circ 2}{2}$.

» Étant connu le travail positif que le muscle exécute en faisant cheminer la charge entre ces deux points extrêmes, on détermine l'accroissement qu'il faut faire subir à cette charge pour lui faire parcourir le même chemin en sens inverse, c'est-à-dire pour que le muscle fasse du *travail négatif* de même longueur, par transformation en *force vive* de la *force de tension* accumulée dans l'organe à la fin de l'ascension de la charge. La force vive ainsi obtenue représente deux fois la valeur de l'élasticité qui se développe dans le muscle pour le soutien de la charge, pendant le *travail positif*. Donc, en divisant par 2 la valeur du *travail négatif* produit comme il vient d'être dit, on obtient, *en kilogrammètres*, la valeur de l'énergie employée à la création de la partie du travail physiologique que le muscle consacre au soutien de la charge pendant son mouvement ascensionnel.

» En additionnant cette dernière valeur, *demi-travail négatif*, en provenance de l'élasticité potentielle du muscle, avec la valeur du *travail positif*, en provenance de l'élasticité actuelle, on obtient la valeur totale de l'énergie mise en jeu pour ce dernier travail *par le tissu musculaire lui-même*. Cette valeur ne représente pas la dépense entière. Il faut y ajouter l'énergie consommée par tous les travaux supplémentaires connexes, qu'ils soient intramusculaires comme le travail des plaques motrices terminales, ou généraux tels que le travail du système nerveux, celui du cœur et, enfin,

ceux qui s'accomplissent dans l'appareil respiratoire. De même, il faut déduire l'énergie que représentent ces travaux supplémentaires connexes, lorsqu'on veut tirer la valeur propre de la dépense du tissu du muscle de la dépense énergétique totale évaluée d'après la détermination de l'ensemble des actes thermochimiques provoqués par le travail musculaire. C'est, en effet, la dépense seule du tissu du muscle qui doit intervenir dans le calcul des équivalences énergétiques lorsque l'on considère ce tissu en état de travail physiologique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur une Note de M.* Alfred Loewy (1) *intitulée : « Sur les formes quadratiques définies à indéterminées conjuguées de M.* Hermite » ; par M. **L. Fuchs.**

« Je viens de lire dans les *Comptes rendus* la Note dont il s'agit. M. Loewy énonce *sans démonstration* ce théorème, qu'il correspond à tout groupe linéaire d'ordre fini à n variables une forme quadratique définie à indéterminées conjuguées, qui est transformée en elle-même quand on effectue les substitutions du groupe d'ordre fini sur les variables.

» Je crois devoir faire remarquer que ce théorème n'est qu'un cas spécial des résultats d'un Mémoire que j'avais publié dans les *Sitzungsberichte* de l'Académie de Berlin (9 juillet, p. 753-769), intitulé « Sur une classe » d'équations différentielles linéaires et homogènes ».

» Dans mon Mémoire, j'ai démontré les deux théorèmes suivants :

» I. Soit donné une équation différentielle

$$(\alpha) \qquad \frac{d^n \omega}{dz^n} + q_1 \frac{d^{n-1} \omega}{dz^{n-1}} + \ldots + q_n \omega = 0$$

dont les coefficients sont des fonctions uniformes de la variable z. Si, pour toute rotation de la variable z autour d'un ou de plusieurs points singuliers de l'équation (α), l'équation fondamentale qui y appartient est satisfaite par les valeurs réciproques des racines de l'équation résultante de l'équation fondamentale par le changement des coefficients des puissances de l'inconnue dans leurs valeurs conjuguées; si, de plus, au moins pour une de ces rotations, les racines de l'équation fondamentale qui y appartient sont différentes entre elles et ont toutes le module un, il existe une forme bili-

(1) *Comptes rendus* du 20 juillet 1896, t. CXXIII, p. 168-171.

néaire φ, composée des éléments d'un système fondamental d'intégrales de l'équation (α) $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ et de leurs valeurs conjuguées $\omega'_1, \omega'_2, \ldots, \omega'_n$.

$$\varphi = A_1\omega_1\omega'_1 + A_2\omega_2\omega'_2 + \ldots + A_n\omega_n\omega'_n,$$

à coefficients réels et indépendants de z, forme qui n'est altérée par aucune rotation de la variable z.

» Inversement :

» II. S'il existe une forme bilinéaire composée des éléments d'un système fondamental d'intégrales de l'équation (α) $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ et de leurs valeurs conjuguées $\omega'_1, \omega'_2, \ldots, \omega'_n$, à coefficients indépendants de z; si, en outre, pour une, au moins, de ces rotations, les racines de l'équation fondamentale qui y appartient sont différentes entre elles et ont toutes le module un; si, enfin, il n'y a pas une relation linéaire et homogène à coefficients constants entre les quantités $\omega_k\omega'_i$, alors l'équation fondamentale qui appartient à chaque rotation de la variable z est satisfaite par les valeurs réciproques des racines de l'équation résultante de l'équation fondamentale par le changement des coefficients des puissances de l'inconnue dans leurs valeurs conjuguées.

» Dans le n° 5 de mon Mémoire mentionné, je démontre que les équations différentielles linéaires et homogènes dont les intégrales n'ont qu'un nombre fini de déterminations, et spécialement les équations différentielles intégrables algébriquement, entrent dans la classe des équations (α) pour lesquelles il existe une forme bilinéaire à indéterminées conjuguées qui n'est altérée par aucune rotation de la variable. »

GÉOLOGIE. — *Des conditions dans lesquelles s'est fait le dépôt du phosphate de chaux de la Picardie*. Note de M. GOSSELET.

« Malgré les nombreux travaux qui ont déjà été publiés sur l'origine du phosphate de chaux, beaucoup de géologues considèrent que le problème est loin d'être résolu. Aussi est-il important de déterminer les conditions dans lesquelles ont dû se faire les dépôts phosphatés.

» Dès 1889, j'ai cherché à établir que la craie phosphatée s'est déposée dans des mers très peu profondes. Les exploitations de la Somme et de l'Aisne dans la craie à *Belemnites quadratus* apportent de nombreuses preuves à l'appui de cette assertion.

» A Fresnoy et à Étaves, au nord de Saint-Quentin, la craie phosphatée

repose sur de la craie blanche qui présente des perforations irrégulières, remplies de craie phosphatée. Ces perforations, très étendues et se croisant dans tous les sens dans le haut de la couche, se prolongent jusqu'à près d'un mètre de profondeur, en diminuant à mesure qu'elles s'éloignent de la surface.

» A Hem-Monacu, près de Péronne, la partie supérieure de la craie blanche est formée dans quelques points par un banc de coraux tubulaires et flexueux (*Cyclosmilia centralis*), qui s'entrecroisent dans tous les sens. La surface a été profondément ravinée et perforée avant le dépôt de la craie phosphatée. Le ravinement a été tel, qu'on peut enlever des morceaux de craie à polypiers présentant deux surfaces perpendiculaires l'une à l'autre, durcies et couvertes d'huîtres et de serpules. Ce soubassement de la craie phosphatée présente bien les caractères d'un rivage, ou au moins d'une surface située à une très faible profondeur.

» La couche inférieure de la craie phosphatée est un conglomérat formé de nodules irréguliers, dont le diamètre varie de 1^{cm} à 10^{cm}. Ils sont, en général, couverts d'huîtres, de serpules et de spondyles, comme le sont les cailloux faiblement roulés du rivage. Ils sont souvent perforés et l'intérieur des cavités est rempli par de la craie phosphatée. Avec eux, on trouve d'abondants fragments d'inocérames siliciés, provenant de la craie sous-jacente.

» Les nodules, comme les inocérames, sont couverts d'un vernis brunâtre de phosphate de chaux, qui est évidemment un dépôt secondaire produit par des eaux qui tenaient en dissolution une certaine quantité de phosphate de chaux. Généralement les coquilles fixées sur les nodules sont couvertes du même vernis. Mais il y a des exceptions; on en voit qui sont fixées sur le vernis. Celui-ci se produisait donc pendant que le nodule était en liberté, ballotté par les flots.

» Le vernis recouvre la surface de la craie blanche et pénètre quelquefois dans les perforations; mais il n'y est que peu développé.

» Les nodules sont évidemment antérieurs à la couche de craie phosphatée qui les recouvre. Il se pourrait qu'ils provinssent des couches supérieures de la craie blanche, où ils auraient existé à l'état de nodules contemporains. Cette couche primitive ayant été complètement ou presque complètement détruite, les nodules auraient été isolés et, en s'amassant au fond de la mer, auraient constitué le conglomérat.

» C'est ce qui a eu lieu à Lille pour les nodules phosphatés de la craie à *Micraster cor testudinarium*. Ils ont d'abord fait partie de la couche de

craie sableuse glauconifère désignée sous le nom de *tun*. Quelques-uns ont été déchaussés, roulés, perforés, couverts d'huîtres et de serpules, et enduits d'un vernis brunâtre, comme les nodules de Picardie; puis ils ont été empâtés dans les premiers sédiments de la craie de Lezenne. Toutefois, en Picardie, on ne voit pas la couche primitive à nodules.

» En outre, plusieurs nodules sont plus tendres que les autres; ils paraissent être de la craie partiellement transformée en phosphate de chaux. Serait-ce là l'origine de tous les nodules?

» Quelle que soit la solution de cette question, il est démontré que le conglomérat et la craie phosphatée sont des formations littorales, qui se sont produites à une faible profondeur. Ces observations s'accordent avec la thèse soutenue par M. Cayeux, que la craie est un dépôt terrigène, et non un dépôt de mer profonde, comme le croient beaucoup de géologues.

» J'ajouterai qu'à Hem-Monacu il existe trois couches successives de craie phosphatée séparées par de la craie blanche, ou au moins de la craie moins phosphatée, quelquefois magnésienne. Il y a dans les couches supérieures quelques nodules isolés; mais le conglomérat n'existe qu'à la base de la couche inférieure. »

M. **Arm. Sabatier** fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. A. Milne-Edwards, d'un Mémoire relatif à « la spermatogénèse chez les Poissons sélaciens ». (Extrait des Travaux de l'Institut de Zoologie de l'Université de Montpellier et de la Station maritime de Cette.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles simultanées*. Note de M. **E. von Weber**, présentée par M. Darboux.

« Soient $x_1, x_2, \ldots, x_m$ des variables indépendantes en nombre m; $z_1, \ldots, z_n$ des fonctions inconnues de ces variables. En posant

$$p_i^k = \frac{\partial z_k}{\partial x_i},$$

nous considérons le système d'équations aux dérivées partielles non linéaires

$$(A) \begin{cases} f_1(x_1, \ldots, x_m, z_1, \ldots, z_n, p_1^1, \ldots, p_m^n) = 0, \quad f_2 = 0, \quad \ldots, \quad f_N = 0 \\ (n \leqq N < mn). \end{cases}$$

» Soit $N = \mu n + \nu$ ($\nu < n$), μ, ν désignant des entiers positifs; on suppose que le système (A) soit *complètement intégrable* (¹) et résoluble de la manière suivante :

$$p_g^h = \varphi_g^h \begin{pmatrix} g = 1, 2, \ldots, \mu; & g = \mu + 1 \\ h = 1, 2, \ldots, n; & h = 1, 2, \ldots, \nu \end{pmatrix}.$$

» En appliquant la transformation de M. Mayer (²)

$$x_1 = x_1^0 + y_1, \qquad x_2 = x_2^0 + y_1 y_2, \qquad \ldots, \qquad x_\mu = x_\mu^0 + y_1 y_\mu,$$
$$x_{\mu+1} = x_{\mu+1}^0 + y_{\mu+1}, \qquad \ldots,$$

on ramènera l'intégration du problème proposé à celle d'un système de $n + \nu$ équations complètement intégrable, à $m - \mu$ variables indépendantes. Par suite, on pourra se borner à la considération du cas $\mu = 1$, $N = n + \nu$.

» Posons

$$P_{ij}^k \equiv \frac{\partial f_i}{\partial p_j^k}, \qquad \Pi_i^k \equiv \sum_1^m {}_j \lambda_j P_{ij}^k, \qquad M_{ij} \equiv \frac{\partial f_i}{\partial x_j} + \sum_1^n {}_s \frac{\partial f_i}{\partial z_s} p_j^s,$$

où $\lambda_1, \ldots, \lambda_m$ sont des variables quelconques; nous écrivons les Tableaux rectangulaires :

$$(B) \qquad \| \Pi_i^k \| \qquad (i = 1, \ldots, N; \; k = 1, \ldots, n).$$

$$(C_s) \qquad \begin{Vmatrix} \lambda_1 P_{11}^1 + \lambda_s P_{1s}^1 & \ldots & \lambda_1 P_{11}^n + \lambda_s P_{1s}^n \\ \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots \\ \lambda_1 P_{N,1}^1 + \lambda_s P_{N,s}^1 & \ldots & \lambda_1 P_{N,1}^n + \lambda_s P_{N,s}^n \end{Vmatrix} \qquad (s = 2, 3, \ldots, m),$$

et désignons par (D) le Tableau formé par la juxtaposition des tableaux $C_2, C_3, \ldots, C_m$. Les relations qu'on trouve pour les dérivées P_{ij}^k en tenant compte de l'intégrabilité complète du système (A) expriment que tous les déterminants de degré n du Tableau (B), considérés comme formes entières

(¹) A consulter, par exemple, Bourlet, *Sur les équations aux dérivées partielles simultanées* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. VIII; 1891. *Supplément*).

(²) Bourlet, *loc. cit.*, p. 43.

des variables λ_i, sont divisibles par la même forme entière d'ordre $n-\nu$; par suite, les déterminants de degré n contenus dans le Tableau (C_s) s'annuleront tous pour $n-\nu$ valeurs $\mu_s^{(1)}, \ldots, \mu_s^{(n-\nu)}$ du rapport $-\lambda_1 : \lambda_s$. Supposons maintenant que *tous les déterminants de degré n du Tableau* (D) *s'annulent pour ces mêmes valeurs*, en d'autres termes, que les $n(m-1)$ équations linéaires

$$\sum_1^N {}_i\, l_i^{(k)} (P_{ij}^k - \mu_j^{(k)} P_{i1}^k) = 0 \qquad \begin{pmatrix} k = 1, 2, \ldots, n \\ j = 2, 3, \ldots, m \end{pmatrix}$$

admettent $\nu + 1$ systèmes de solutions linéairement indépendantes $l_{1s}^{(k)}, \ldots, l_{Ns}^{(k)}$ $(s = 1, 2, \ldots, \nu+1)$ pour chacun des indices $k = 1, 2, \ldots, n-\nu$. Ceci posé, formons les $n-\nu$ systèmes d'équations aux différences totales

$$(E_k) \quad k = 1, \ldots, n-\nu \quad \left\{ \begin{array}{l} dx_s = \mu_s^{(k)} dx_1 \ (s = 2, 3, \ldots, m), \\ dz_k = \sum_{j=1}^m p_j^k dx_j \qquad (k = 1, 2, \ldots, n), \\ (a) \ \left(M_{i1} + \sum_{j=2}^m \mu_j^{(k)} M_{ij}\right) dx_1 + \sum_{g,h} P_{ig}^h dp_g^h = 0 \\ \qquad (i = 1, \ldots, N), \\ (b) \ \left(\sum_1^N {}_i\, l_{is}^{(k)} M_{ij}\right) dx_1 + \sum_1^n {}_k \sum_1^N {}_i\, l_{is}^{(k)} P_{i1}^k dp_j^k = 0 \\ \qquad (s = 1, 2, \ldots, \nu+1, \ j = 2, 3, \ldots, m). \end{array} \right.$$

» Les équations (a), (b) ne sont pas indépendantes, ν des relations (b) étant une conséquence du système (a).

» Ajoutons maintenant l'hypothèse, *que chacun des systèmes* (E_k) *admette, outre les fonctions* f_i, *m intégrales distinctes* $\varphi_1^{(k)}, \ldots, \varphi_m^{(k)}$. En désignant par Φ_k une fonction arbitraire de ces expressions, on démontre que les $2n$ équations

$$(F) \qquad f_1 = 0, \ \ldots, \ f_N = 0; \qquad \Phi_1 = 0, \ \ldots, \ \Phi_{n-\nu} = 0$$

forment encore un système complètement intégrable, dont l'intégrale générale est équivalente à celle du problème proposé. Résolvons les relations (F), si cela est possible, par rapport à $p_1^1, \ldots, p_1^n; p_2^1, \ldots, p_2^n$, et faisons le changement de variables suivant

$$x_1 = x_1^0 + y_1, \qquad x_2 = x_2^0 + y_1 y_2, \qquad x_3 = x_3^0 + y_3, \qquad \ldots, \qquad x_m = x_m^0 + y_m;$$

le problème (A) sera remplacé par un système (A′) de n équations aux dérivées partielles du premier ordre à n fonctions inconnues, *mais à* $m - 1$, *variables indépendantes.*

» En appliquant des considérations analogues au système (A′), etc., *on parviendra, dans une infinité de cas, à ramener le problème proposé* (A) *à l'intégration de plusieurs systèmes d'équations différentielles ordinaires.* »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une classe de surfaces isothermiques dépendant de deux fonctions arbitraires.* Note de M. **A. Thybaut**, présentée par M. Darboux.

« Dans la Communication que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie le 13 avril dernier, j'ai énoncé le théorème suivant :

» Supposons que l'on connaisse p solutions de l'équation E_p

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial\alpha\,\partial\beta} = k\theta,$$

vérifiant la relation

$$\Sigma_p \theta_i^2 = 0,$$

et soit ω une $(p+1)^{\text{ième}}$ solution quelconque; si l'on pose

$$A_i = \int\left(\theta_i\frac{\partial\omega}{\partial\alpha} - \omega\frac{\partial\theta_i}{\partial\alpha}\right)d\alpha - \left(\theta_i\frac{\partial\omega}{\partial\beta} - \omega\frac{\partial\theta_i}{\partial\beta}\right)d\beta,$$

la fonction

$$\omega' = \Sigma_p A_i\theta_i$$

est une nouvelle solution de l'équation E_p.

» Posons

$$\sigma_i\omega = A_i;$$

les fonctions σ sont des solutions de l'équation de Laplace que l'on obtient en appliquant à E_p la transformation de M. Moutard, relative à la solution ω.

» Je dirai que ω est une *solution spéciale* lorsque, m étant constant,

$$\omega' = m\omega.$$

» Dans ce cas, a^2 étant une constante, on a

$$\Sigma_p A_i^2 = a^2,$$

ou

$$\Sigma \sigma_i^2 - \frac{a^2}{\omega^2} = 0,$$

d'où l'on conclut que :

» *Si l'on applique à une équation* E_p *la transformation de M. Moutard relative à une solution spéciale* ω, *on obtient une équation* E_{p+1}.

» Appliquons le théorème lorsque $p = 4$.

» Toute équation harmonique E_4 a des solutions spéciales parmi lesquelles se trouvent les solutions harmoniques. L'équation transformée est une équation E_5. Mais, d'après un théorème de M. Darboux, les cinq solutions dont la somme des carrés est nulle sont les coordonnées pentasphériques d'une surface isothermique rapportée à ses lignes de courbure.

» La méthode précédente permet donc de déduire des équations harmoniques une classe de surfaces isothermiques qui paraissent nouvelles.

» Les coordonnées ponctuelles d'un point sont

$$\frac{A_1}{A_4 - a}, \quad \frac{A_2}{A_4 - a}, \quad \frac{A_3}{A_4 - a}.$$

» L'élément linéaire est

$$ds^2 = \frac{\omega^2}{(A_4 - a)^2}(d\alpha^2 - d\beta^2).$$

» Si l'on pose

$$\frac{1 + UV}{\sqrt{U'V'}} = \varphi(u, v),$$

U étant une fonction de u, V une fonction de v, les coordonnées x, y, z d'un point de l'une de ces surfaces isothermiques, rapportée aux lignes de longueur nulle, sont données par les formules :

$$\Delta . x = (u + v)\frac{\partial^2 \varphi}{\partial u \, \partial v} - \frac{\partial \varphi}{\partial u} - \frac{\partial \varphi}{\partial v},$$

$$\Delta . y = i(v - u)\frac{\partial^2 \varphi}{\partial u \, \partial v} - i\left(\frac{\partial \varphi}{\partial u} - \frac{\partial \varphi}{\partial v}\right),$$

$$\Delta . z = (uv - 1)\frac{\partial^2 \varphi}{\partial u \, \partial v} - u\frac{\partial \varphi}{\partial u} - v\frac{\partial \varphi}{\partial v} + \varphi$$

avec

$$\Delta = (uv + 1)\frac{\partial^2 \varphi}{\partial u \, \partial v} - u\frac{\partial \varphi}{\partial u} - v\frac{\partial \varphi}{\partial v} + \varphi \pm 2.$$

» Le double signe conduit à deux surfaces inverses par rapport à l'origine.

» Dans cette classe de surfaces isothermiques on obtient toutes les *sur-*

faces algébriques en prenant pour les fonctions arbitraires U, V des fonctions algébriques quelconques. »

GÉODÉSIE. — *Sur l'erreur de réfraction dans le nivellement géométrique.* Note de M. CH. LALLEMAND, présentée par M. Bassot.

« Dans une précédente Note ([1]), nous avons donné la formule (10) de l'erreur ε de réfraction pour une nivelée. Il nous reste à discuter cette formule pour les différents cas de la pratique ([2]).

» I. La pression barométrique B oscillant de $0^m,03$ de part et d'autre de $0^m,760$, il en résulte pour ε une variation de ± 4 pour 100 autour de sa valeur moyenne. La variation atteint d'autre part ± 13 pour 100 quand la température moyenne θ passe de $+12°$, respectivement, à $-6°$ ou à $+30°$, par exemple.

» II. Il existe, entre les deux mires, une position du niveau pour laquelle la correction finale de réfraction est nulle ([3]).

» III. Lorsqu'on opère en terrain horizontal, la formule (10) se réduit à

$$\varepsilon = \mu b K \frac{L(L_3 - L_1)}{2(H + c)},$$

avec

$$K = 0,00108 \frac{B}{0,76} \frac{1}{(1 + \alpha\theta)^2}.$$

L_1, L_3, *portées* d'avant et d'arrière.

» L'erreur, dans ce cas, est proportionnelle à la longueur de la nivelée et à la différence des portées.

» IV. Si la température varie uniformément avec la hauteur, l'erreur ε devient

$$\varepsilon = \frac{K}{2} \beta L(L_3 - L_1),$$

β étant la variation de la température par mètre d'élévation.

([1]) *Comptes rendus,* séance du 27 juillet 1896.

([2]) Pour plus de détails à ce sujet, voir notre Ouvrage : *Nivellement de haute précision*, § 3. Paris, Baudry.

([3]) On déterminera cette position dans chaque cas particulier, en résolvant par rapport à h_1, après y avoir remplacé h_3 par $h_1 + D$, la parenthèse de l'équation (10) égalée à zéro (H étant supposé constant).

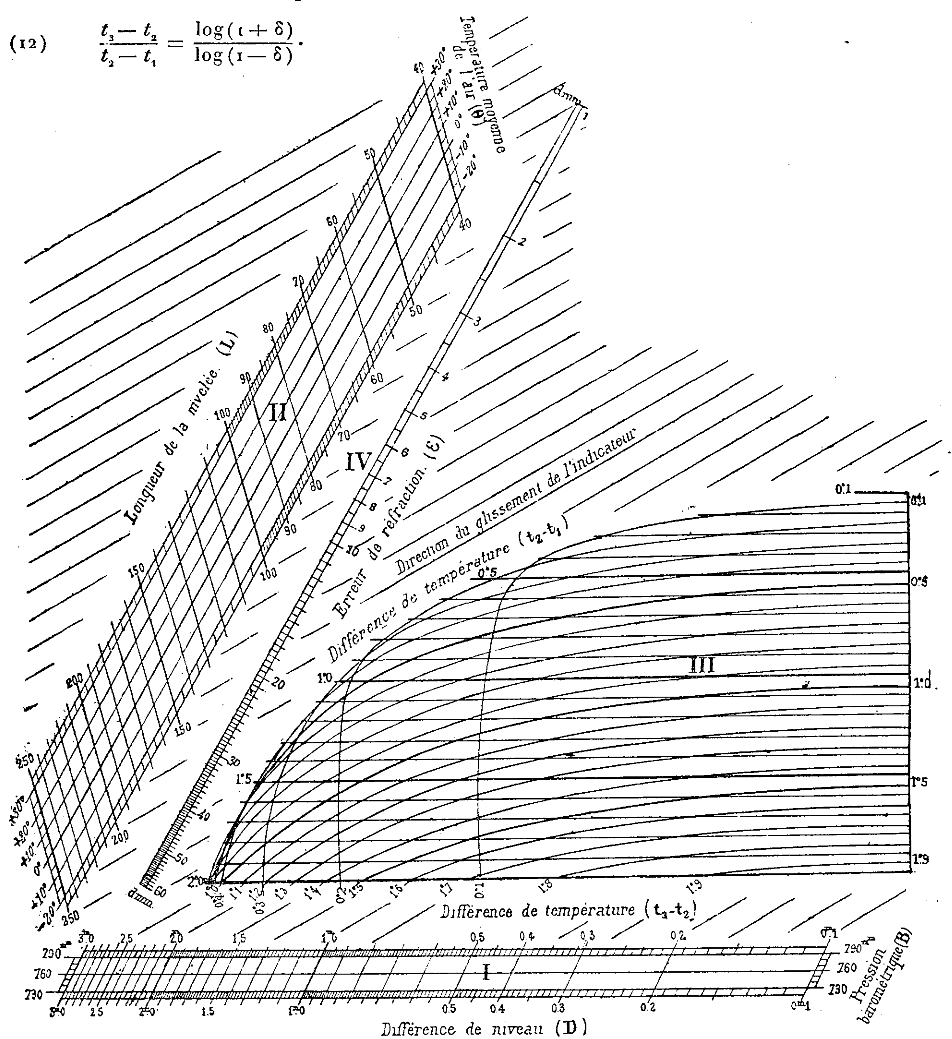
ABAQUE *donnant l'erreur de réfraction dans le nivellement géometrique.*
(Niveau placé à égales distances des deux mires.)

FORMULE.

$$(13) \qquad \varepsilon = -0^{mm},00108 \cdot \frac{B}{76} \frac{t_3 - t_1}{(1+\alpha\theta)^2} \frac{L^2}{D} \left[\frac{\mu - \frac{1}{2}\log(1-\delta^2)}{\log\frac{1+\delta}{1-\delta}} - \frac{1}{2\delta} \right].$$

δ, variable auxiliaire définie par la relation

$$(12) \qquad \frac{t_3 - t_2}{t_2 - t_1} = \frac{\log(1+\delta)}{\log(1-\delta)}.$$



LÉGENDE.

B, pression barométrique.

t_3, t_1, températures de l'air aux points où la ligne de visée rencontre les deux mires d'arrière et d'avant.

t_2, température de l'air à la hauteur de la lunette du niveau.

θ, température moyenne $\frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$.

α, coefficient de dilatation de l'air = 0,00366.

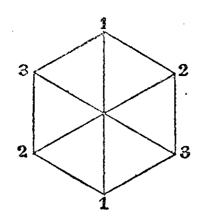
L, longueur de la nivelée } en mètres.

D, différence brute de niveau } en mètres.

μ, module des logarithmes népériens = 0,4343.

ε, correction de réfraction à ajouter à D.

Manière de se servir de l'abaque. — Appliquer sur le dessin un transparent ou *indicateur* (en papier calque, verre, gélatine ou celluloïd), sur lequel on a tracé les



Modèle d'indicateur.

trois diamètres d'un hexagone, numérotés 1, 2, 3, et orientés comme dans le croquis ci-dessus.

1° Faire passer le diamètre 1 de l'indicateur par le point de l'échelle I situé à la rencontre des lignes ayant pour cote : (*a*), la *pression barométrique* donnée B (lignes horizontales); (*b*), la *différence de niveau brute* D, abstraction faite du signe (lignes obliques).

2° Prendre en même temps, avec le diamètre 2, le point répondant, sur l'échelle II, aux valeurs données pour : (*a*), la longueur de la nivelée L; (*b*), la température moyenne de l'air θ.

3° Faire glisser le diamètre 3 de l'indicateur parallèlement aux lignes guides tracées sur le dessin, jusqu'à ce que le diamètre 1 vienne passer par le point de l'échelle III situé à la rencontre des lignes cotées : (*a*), $t_2 - t_1$ (droite horizontale); (*b*), $t_3 - t_2$ (ligne courbe), abstraction faite du signe de ces différences.

Lire alors sur l'échelle IV, avec le diamètre 3, la valeur de la *correction* cherchée ε, et l'affecter : (*a*) d'un *signe contraire* à celui de D si le quotient $\frac{t_3 - t_1}{D}$ est *positif;* (*b*) du *même signe* que D si ce quotient est *négatif*.

Exemple. — Soient : $B = 0^m,76$; $D = -2^m,22$; $L = 150^m$; $\theta = 1^\circ,6$; $t_2 - t_1 = 0^\circ,75$; $t_3 - t_2 = 0^\circ,35$. L'abaque donne $\varepsilon = 0^{mm},6$; D étant négatif, la correction cherchée est $+0^{mm},6$.

» V. Dans les nivellements de précision, le niveau étant placé à égales distances des deux mires, si l'on pose

$$\frac{D}{2(H+c)} = \delta \quad \text{(variable auxiliaire)},$$

la formule (10) s'écrit alors

$$(11) \qquad \varepsilon = -\mu K \frac{bD}{p^2}\left[1 - \frac{1}{2\delta}\mathcal{L}\frac{1+\delta}{1-\delta} - \frac{1}{2}\mathcal{L}(1-\delta^2)\right].$$

» On peut examiner les deux cas suivants :

» 1° *Éléments de la nivelée* (pente du terrain, hauteur du niveau, lon-

gueur de la nivelée) *constants*. — L'erreur de réfraction dépend alors seulement de l'état atmosphérique. De l'équation (1) (*voir* première Note), on tire la relation (12) (*voir* légende de l'abaque ci-dessus) et l'équation (11) devient la formule (13) (*Ibid.*).

» L'abaque [1] ci-dessus donne, sans calculs, la valeur de ε quand on connaît les six quantités B, θ, L, D, $t_2 - t_1$ et $t_3 - t_1$.

» La discussion de l'équation (13) montrerait que, pour une différence totale $t_3 - t_1$ donnée, le maximum d'erreur a lieu quand cette différence est répartie à raison de $\frac{1}{4}$ (exactement 27 pour 100) entre l'une des mires et le niveau, et de $\frac{3}{4}$ pour l'autre portée. L'erreur est nulle, au contraire, quand la température varie uniformément avec hauteur.

» 2° *État thermique constant. Éléments de la nivelée variable.* — Faisons les hypothèses suivantes, généralement réalisées, d'ailleurs, dans les nivellements de précision : (a), les mires présentent, à leur partie inférieure, une hauteur e dépourvue de divisions; (b), la hauteur H du niveau reste constante pendant le cours des opérations; (c), le réticule de la lunette porte, de part et d'autre du *fil niveleur*, deux fils équidistants dits *fils stadimétriques*, qui embrassent sur la mire, placée à une distance $\frac{L}{2}$, une hauteur $\sigma\frac{L}{2}$ (σ, *coefficient stadimétrique*). On s'astreint à toujours faire la lecture sur le fil stadimétrique le plus rapproché du pied de la mire, et, dans les pentes, on place la mire de manière que ce fil atteigne la limite de la division; (d), la longueur L des nivelées ne dépasse jamais un certain maximum L_m.

» La pente croissant de 0 à ∞, la longueur des nivelées reste d'abord constante et égale à L_m, jusqu'à ce que l'on atteigne une certaine *pente* p_m *de transition*, définie par la relation

$$p_m = \frac{2(H - e)}{L_m} - \sigma;$$

au delà, la longueur des nivelées diminue jusqu'à $L = 0$, pour $p = \infty$.

» Pendant ce même temps, l'erreur de réfraction, nulle pour $p = 0$,

---

(1) Cet abaque a été établi d'après un procédé dont j'ai indiqué le principe dans une Note, *Sur une nouvelle méthode générale de calcul graphique au moyen des abaques hexagonaux* [*Comptes rendus* (séance du 26 mars 1886)]. Il présente cette particularité qu'on y a fait disparaître, par une *élimination graphique*, la variable auxiliaire δ.

croît d'abord à peu près proportionnellement à la pente. Elle atteint son *maximum* pour la *pente de transition*, puis elle décroît ensuite jusqu'à s'annuler de nouveau pour $p = \infty$.

» Relativement à *l'erreur maxima*, on constate que, toutes choses égales d'ailleurs : 1° elle augmente avec la longueur maxima des nivelées et plus vite que celle-ci ; 2° elle est sensiblement indépendante de la hauteur de l'instrument ; 3° elle décroît à peu près régulièrement à mesure qu'augmente, soit la hauteur non divisée au pied de la mire, soit le coefficient stadimétrique.

» Dans des conditions atmosphériques ordinaires, et pour des nivelées de 150^m, sur une pente égale à la pente de transition, l'erreur de réfraction peut atteindre 4^{mm} *par kilomètre*, soit environ le *quintuple* de l'erreur accidentelle probable d'un nivellement de haute précision. »

PHYSIQUE. — *Sur la non-réfraction des rayons X par le potassium.* Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« On sait qu'un des caractères importants des rayons de Röntgen consiste en ceci : qu'ils ne sont pas réfractés, ou tout au moins qu'ils ne subissent pas de réfraction sensible et facilement mesurable avec nos moyens actuels ; cependant l'aluminium avait paru donner une déviation suffisamment nette pour être mise en évidence par les procédés ordinaires ; les recherches de haute précision de M. Gouy (*Comptes rendus*, 26 mai et 6 juillet) ont montré depuis que ce métal ne réfracte pas les rayons X, ou que la réfraction, si elle existe, est insensible $\left(n - 1 < \frac{1}{10^6}\right)$.

» Lorsque j'ai commencé les expériences dont je vais entretenir l'Académie, je pensais qu'un prisme en aluminium déviait d'une façon notable les rayons de Röntgen ; on pouvait, dès lors, se demander si ce métal ne devait pas cette propriété particulière à sa faible densité. C'est pour soumettre cette idée au contrôle de l'expérience que j'ai employé, pour essayer de réfracter les rayons X, un prisme en potassium : j'ajoute que j'ai opéré dans le vide (1^{cm} environ) ; le dispositif employé est le suivant :

» Un tube long de 95^{cm} (dans lequel on peut faire le vide) porte à une de ses extrémités le tube de Crookes, mastiqué dans une garniture métallique, tandis que l'autre extrémité est munie d'un cadre destiné à supporter la plaque sensible ; deux fentes verticales, bien parallèles, à bords bien dressés, ayant pour largeur $0^{mm},1$ (c'est l'épaisseur

d'une feuille de clinquant), sont distantes de 15^{cm} et définissent ainsi un faisceau linéaire bien déterminé.

» Le potassium est placé après la deuxième fente. Dans un morceau de ce métal, on taille un prisme triangulaire, que l'on introduit aussitôt dans un prisme creux en ébonite; on ferme ensuite et l'on entoure le tout d'une mince couche d'arcanson; j'ai au préalable vérifié que l'ébonite ne dévie pas les rayons X (*Comptes rendus*, 30 mars). Le prisme est disposé de façon à obturer soit la moitié supérieure de la fente, soit seulement la partie médiane, en laissant à découvert ses deux extrémités, qui constituent ainsi deux points de repère sur le cliché; celui-ci est étudié ensuite à la machine à diviser.

» M. Gouy, qui a eu l'obligeance d'examiner un des clichés avec l'appareil micrométrique de Brunner qui lui a servi pour ses délicates recherches, n'a pu apercevoir aucun déplacement sensible entre l'image de la partie supérieure et l'image de la partie inférieure de la fente. Quoique l'image soit légèrement élargie, un déplacement linéaire de $0^{mm},1$ aurait été appréciable; la plaque photographique étant à 80^{cm} du prisme, il en résulte que la déviation, si elle existe, est inférieure à 10″; l'indice diffère alors de l'unité d'une quantité inférieure à $\frac{1}{10000}$. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *L'azote et l'argon dans le grisou et dans le gaz de Rochebelle.* Note de M. Th. Schlœsing fils.

« On a vu (*Comptes rendus*, 27 juillet 1896) par quelles considérations j'ai été amené à doser avec précision l'argon contenu dans l'azote qu'on extrait du grisou, et comment j'ai procédé à ce dosage. Le Tableau suivant résume les conditions principales et les résultats des expériences :

	Pression sous laquelle se dégage le grisou, en centimètres d'eau.	Volumes à 0° et 760^{mm}. Grisou ayant fourni l'azote (avec l'argon).	Azote (avec argon) extrait du grisou.	Argon (¹).	Azote (avec argon) dans 100 de grisou. A.	Argon dans 100 de grisou. B.	Argon dans 100 d'azote et argon. C.
	cm	lit	cc	cc			
Anzin	400	3,5	634,0	20,78	18,1	0,594	3,28
Bessèges	de 4 à 5	4,9	186,7	3,04	3,8	0,064	1,63
Firminy	16	18,4	135,8	2,27	0,74	0,012	1,67
Liévin	70	5,5	437,1	9,71	8,0	0,166	2,22
Plat-de-Gier	75	1,9	592,9	10,85	30,0	0,601	1,83
Ronchamp	8	9,1	255,4	2,79	2,8	0,031	1,09
Saint-Étienne	600	15,5	497,5	5,81	3,2	0,037	1,17

(¹) Ces volumes d'argon sont les résultats mêmes des mesures; ils n'ont pas subi la correction additive de 0,7 pour 100 que comporte le procédé de dosage.

» Les divers échantillons avaient été prélevés sans introduction d'air accidentelle. Avant de les analyser, j'ai constaté, en effet, au moyen du phosphore, qu'ils étaient complètement dépourvus d'oxygène; une quantité insignifiante d'air ajoutée au grisou était, du reste, saisissable par ce réactif.

» On imagine combien ces analyses ont été laborieuses, surtout quand le grisou s'est trouvé très pauvre en azote; en particulier, dans l'étude du grisou de Firminy, qui renfermait seulement 0,74 d'azote pour 100, il a fallu brûler $18^{lit},4$ (à 0° et 760^{mm}) de gaz pour obtenir $135^{cc},8$ d'azote et finalement $2^{cc},27$ d'argon. Malgré les difficultés matérielles des expériences, la précision désirable a été, je pense, réalisée. J'en donnerai comme preuve les vérifications suivantes. Sur les deux échantillons qui avaient conduit à la plus petite et à la plus grande valeur du taux d'argon pour 100 d'azote et argon, j'ai recommencé toute la série des opérations et j'ai trouvé :

		Volumes à 0° et 760^{mm}				
		Grisou ayant fourni l'azote (avec l'argon).	Azote (avec argon) extrait du grisou.	Argon.	Argon dans 100 d'azote et argon.	Différence.
		lit	cc	cc		
Ronchamp.	1er dosage.	9,1	255,4	2,788	1,092	0,006
	2e dosage.	7,8	218,2	2,369	1,086	soit $\frac{1}{180}$.
Anzin.....	1er dosage.	3,5	634,0	20,779	3,277	0,013
	2e dosage.	2,0	360,0	11,752	3,264	soit $\frac{1}{250}$.

» On est retombé la seconde fois sur les mêmes résultats que la première à $\frac{1}{200}$ près, et cela avec des échantillons de grisou où l'argon n'entrait que pour $\frac{1}{170}$ ou même seulement $\frac{1}{3300}$. L'argon, en raison même de son inertie chimique, se détermine, comme on voit, avec une rare perfection. Les expérimentateurs devraient à l'occasion en aborder franchement le dosage, qui ne manquerait pas d'être parfois fort instructif, au lieu de se borner à des constatations qualitatives. Ainsi les chiffres que j'ai présentés paraissent bien mériter confiance et peuvent servir de base à une discussion.

» J'y joindrai ceux que m'a donnés un autre gaz, provenant aussi de houillères, mais tout différent du grisou sous le rapport de la constitution : je veux parler du gaz qui se dégage dans les mines de Rochebelle avec une force et une soudaineté si dangereuses et qui consiste essentiellement, on le sait, en acide carbonique. J'ai pu en faire une analyse complète, d'où est résultée la composition centésimale suivante : CO^2, 98,13; Az (et argon), 1,14; CH^4, 0,73. La nature de l'hydrocarbure que j'inscris dans cette composition a été établie à l'eudiomètre avec une parfaite netteté. J'ai aussi recherché l'argon dans le gaz de Rochebelle, et j'ai eu :

Volumes à 0° et 760^{mm}.				Argon dans	
Gaz de Rochebelle, traité.	Azote (avec argon) extrait.	Argon.	Azote (avec argon) dans 100 de gaz traité.	100 de gaz traité.	100 d'azote et argon.
$20^{lit},0$	$228^{cc},9$	$4^{cc},29$	1,14	0,021	1,87

» L'ensemble des résultats qui précèdent conduit à diverses conclusions.

» L'argon ([1]), dont j'avais déjà signalé la présence au sein du grisou, a été trouvé dans tous les échantillons où je l'ai cherché de nouveau; il existe aussi dans le gaz de Rochebelle.

» Le taux d'azote pour 100 de grisou (colonne A) a varié dans le rapport de 1 à 40 et celui de l'argon (colonne B) dans le rapport de 1 à 50; l'azote et l'argon se rencontrent donc dans le grisou en des proportions qui semblent sans relation avec celle du méthane, principal produit gazeux issu des matériaux de la houille; c'est une raison à ajouter à celles qu'on a vues, pour placer en dehors de la décomposition de ces matériaux l'origine des deux gaz.

» Tandis que l'azote et l'argon contenus dans 100 de grisou ont subi de si amples oscillations, ils n'ont varié l'un à l'égard de l'autre (colonne C) que dans le rapport de 1 à 3; par là ils semblent liés ensemble en quelque manière.

» Le taux de 1,17 d'argon (soit 1,18 après correction) pour 100 d'azote et argon, taux qui caractérise l'azote atmosphérique (1,19), qui s'est trouvé celui de l'échantillon de Saint-Étienne, examiné le premier en date et d'où était née l'idée de l'*air fossile*, emprisonné de longue date dans la houille, ne s'est plus présenté dans la suite.

» Il est possible que l'air soit intervenu autrement, d'une façon moins directe, dans la composition du grisou; il a pu s'introduire dans ce gaz avec le concours de l'eau. De l'eau saturée d'air a pu, dans certaines conditions, abandonner au grisou les gaz ([2]) qu'elle tenait en dissolution. On s'expliquerait ainsi que dans le grisou le taux d'argon pour 100 d'azote et argon s'élevât au-dessus de 1,19, chiffre correspondant à l'azote de l'air; car, pour les deux gaz dissous dans l'eau, le même taux est voisin de 2,8 et, en des circonstances particulières, peut-être susceptible d'atteindre le chiffre de 3,28, cité plus haut. Il semblerait, en tout cas, bien naturel que l'eau, qui occupe une si grande place dans l'histoire de la houille, eût effectué des échanges gazeux avec le grisou. Elle formerait ainsi cette liaison, assez souple d'ailleurs, dont nous constations tout à l'heure l'existence entre l'azote et l'argon.

» Au reste, l'argon du grisou ne vient pas inévitablement de l'air. Où

([1]) J'ai fait la vérification spectrale de l'argon sur trois échantillons : Anzin, Plat-de-Gier, Saint-Étienne.

([2]) L'oxygène de ces gaz aurait disparu, absorbé, comme on sait, par la houille.

est la source de l'argon sur notre globe? On l'ignore. Peut-être en existe-t-il dans les profondeurs des réserves capables de le diffuser autour d'elles. On sait que M. Bouchard et M. Troost en ont trouvé, avec de l'hélium, dans les eaux minérales de Cauterets; puis, M. Ch. Moureu l'a signalé, encore avec de l'hélium, dans les eaux de Maizières (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 819); ainsi l'argon paraît généralement répandu dans les régions souterraines comme il l'est dans notre atmosphère; à ce point de vue, des dosages d'argon sur les gaz si variés qui se dégagent du sol pourraient fournir des vérifications d'un haut intérêt.

» Quoi qu'il en soit de ces hypothèses, il reste des faits bien établis par les expériences qui viennent d'être rapportées : la présence de l'argon dans le grisou, dans le gaz de Rochebelle; il reste des déterminations numériques précises, dont les géologues tireront peut-être quelque parti. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la chaleur spécifique du soufre à l'état de viscosité.* Note de M. **J. Dussy**, présentée par M. Troost.

« La chaleur spécifique du soufre, sous diverses variétés, à l'état solide, a été étudiée par plusieurs physiciens, principalement par Regnault; mais il existe peu de recherches sur sa chaleur spécifique à l'état liquide. Dans l'un de ses Mémoires sur les chaleurs spécifiques, Regnault annonce l'intention de suivre, au point de vue calorimétrique, les curieuses modifications éprouvées par cette matière sous l'influence de la chaleur; la suite de ses travaux ne présente toutefois aucun essai sur ce point. Person ([1]) a déterminé, par la méthode des mélanges, la chaleur spécifique moyenne du soufre fondu entre 119°,3 et 146°,6; il donne le nombre 0,234. Entre 116° et 136°, Classen donne 0,231 pour du soufre récemment fondu et 0,240 pour du soufre qui, auparavant, a été maintenu pendant plusieurs heures à une haute température ([2]).

» A part les expériences de refroidissement dues à Ch. Sainte-Claire Deville ([3]) et dont les conclusions sont très vagues, ce sont là les seuls travaux connus sur les phénomènes thermiques qui se produisent dans l'échauffement du soufre. Il paraît probable que la difficulté qui a ainsi

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXI.
([2]) Nombres donnés par les *Tables des constantes physiques* de Landolt.
([3]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLVII.

limité l'étude calorimétrique de cette substance réside dans la production du soufre mou, au moment de l'immersion dans l'eau d'une masse de soufre portée à une température élevée, le soufre mou étant mal défini d'après M. Berthelot, et dégageant une quantité de chaleur variable pour revenir à l'état ordinaire.

» Dans les recherches dont je présente aujourd'hui les premiers résultats, je suis parvenu à vaincre cette difficulté de la manière suivante :

» Une masse de soufre contenue dans une ampoule en verre mince de 14^{mm} à 15^{mm} de diamètre et portée à une température quelconque T, au lieu d'être plongée directement dans l'eau, est introduite dans un tube de verre mince de 20^{mm} ou 22^{mm} de diamètre, disposé à l'intérieur du calorimètre, puis abandonnée au refroidissement jusqu'à ce qu'elle arrive à une température inférieure à 157°. On peut alors la mettre en contact avec l'eau en cassant le tube et la casser elle-même, sans crainte qu'il se forme du soufre mou. On sait, en effet, comme l'a montré M. Berthelot dans son important travail sur le soufre (¹), que la production du soufre mou par la trempe correspond à un changement d'état qui s'effectue, dans l'échauffement progressif de ce corps, à la température de 157° et qui consiste dans la formation de soufre insoluble dans le sulfure de carbone; ce changement se manifeste aussi, comme nous l'avons prouvé, M. J. Brunhes et moi, par une modification brusque de la viscosité. Une étude préalable fait connaître, par la marche du thermomètre calorimétrique, le moment où la température devient inférieure à 157°. Aussitôt, je casse le tube contre un morceau de verre placé dans le calorimètre, puis l'ampoule elle-même au moyen d'un écraseur métallique, ou bien je la laisse se refroidir plus lentement, sans la casser, au contact de l'eau.

» En prenant une ampoule contenant 15^{gr} de soufre et portée à une température initiale de 260°, la première période de l'expérience ne dure pas plus de quatre minutes et le temps nécessaire ensuite pour atteindre le maximum, en supposant que l'ampoule n'ait pas été cassée, ne dépasse pas cinq ou six minutes; les corrections peuvent donc être faites avec certitude, en suivant les procédés indiqués par M. Berthelot.

» Pour amener l'ampoule à une température initiale connue, je me sers d'une étuve à trois compartiments; un courant de gaz chauds, provenant d'une couronne de becs de Bunsen, monte dans l'enceinte intermédiaire, descend dans le compartiment extérieur et s'échappe par quatre cheminées partant du fond de celui-ci. Dans le compartiment central, qui a un diamètre de $5^{cm},50$ et une hauteur de 12^{cm}, pénètre une éprouvette de verre de 5^{cm} de diamètre; elle est maintenue dans le couvercle par un bouchon; dans l'éprouvette s'engagent, au moyen d'un bouchon, deux tubes de verre d'égale longueur et de 20^{mm} de diamètre; l'un renferme l'ampoule, l'autre un tube de verre de même diamètre que l'ampoule, contenant un poids de soufre à peu près égal à celui de l'ampoule; dans cette masse plonge un thermomètre Baudin, en verre dur, dont l'échelle va jusqu'à 460° et dont le zéro n'éprouve que des déplacements insignifiants,

---

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLIX.

même par une forte élévation de température. L'ampoule et le tube sont ainsi chauffés côte à côte et dans les mêmes conditions, ils prennent la même température; dans la hauteur de la masse, celle-ci est, du reste, sensiblement uniforme. Au moment où le thermomètre ne monte plus qu'avec lenteur, j'enlève l'éprouvette avec ce qu'elle renferme; après avoir noté la température, je retire le tube qui contient le thermomètre, puis, abouchant celui qui renferme l'ampoule au tube préparé dans le calorimètre, je relève vivement l'éprouvette, et l'ampoule tombe sans être en contact avec l'air extérieur et sans se refroidir. D'ailleurs, il n'y a pas à craindre de refroidissement pendant le transport, car aussitôt que l'éprouvette est retirée de l'étuve, la marche antérieure de la température étant très lente, le thermomètre devient stationnaire et, grâce à la double enveloppe, reste dans cet état au contact de l'air, pendant au moins une minute. Or, la manœuvre pour l'introduction de l'ampoule n'exige pas plus de quinze secondes. Le choc contre le fond du tube est amorti par un morceau de carton d'amiante reposant sur trois pointes qui y sont pratiquées. Aussitôt que l'ampoule est introduite, je laisse tomber dans le tube un tampon d'amiante qui met obstacle au rayonnement par la partie supérieure. L'expérience se termine comme il a été dit plus haut.

» J'ai trouvé, par cette méthode, que la chaleur spécifique du soufre visqueux est notablement supérieure à la valeur qu'elle présente à l'état liquide; voici quelques-uns des résultats :

Températures.........	160°-201°	160°-232°8	160°-264°	201°-232°8	232°8-264°
Chaleurs spéc. moy....	0,279	0,300	0,300	0,331	0,324

» Les résultats directs de l'expérience sont les suivants : Q_0^T désignant la chaleur totale perdue par 1gr de soufre pour passer de T à 0° et exprimée en petites calories.

	T.	Q_0^T.	T.	Q_0^T.	T.	Q_0^T.	T.	Q_0^T.
	160°	42,34	201°	53,192	232°,4	64,189	263°,75	74,463
	id.	42,14	id.	53,212	id.	64,440	264°	74,228
	id.	42,228	201°,5	54,696	233°,1	63,956	»	»
Moy.....	160°	42,236	201°,25	53,7	232°,8	64,195	263°,87	74,345

» D'après ces résultats, la courbe qui représente Q_0^T semble éprouver un changement d'allure vers 230°. Je me propose d'examiner ce point avec plus d'attention et d'étendre ces recherches à des températures plus élevées. J'espère aussi pouvoir poursuivre la même étude sur le sélénium.

» *Soufre vitreux.* — Trempé à des températures comprises dans un intervalle restreint, limité à 157° et à 175°, le soufre se solidifie très rapidement, en prenant un aspect vitreux caractéristique qui me paraît n'avoir pas encore été signalé. Ainsi le soufre coulé à 165° environ se solidifie en filaments à cassure nettement vitreuse; une masse de soufre à 220°, plongée

d'un coup dans l'eau froide, puis abandonnée à elle-même, sans que l'on écarte le soufre, présente, après la solidification, une couche extérieure de soufre mou, puis une couche vitreuse et enfin une couche de soufre prismatique. Aux températures immédiatement supérieures à celle pour laquelle se produit le changement d'état qui le rend visqueux, le soufre prend donc, par la trempe, l'état vitreux. On rapproche habituellement le soufre mou du sélénium vitreux : l'existence du soufre vitreux légitime d'une manière plus complète ce rapprochement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Contributions à l'étude des caractères analytiques des combinaisons du tungstène*. Note de M. E. **Defacqz**, présentée par M. H. Moissan.

« En reprenant l'étude de quelques combinaisons du tungstène et ayant besoin d'une réaction sensible pour déceler la présence de l'acide tungstique, nous avons été amené à reprendre l'étude analytique des combinaisons du tungstène; c'est le résumé de cette étude que nous allons exposer.

» On sait que toutes les combinaisons du tungstène peuvent être transformées soit en acide tungstique, soit en un tungstate alcalin; on sait aussi qu'on peut obtenir un tungstate alcalin, en fondant avec un carbonate alcalin les tungstates métalliques solubles ou insolubles. Les tungstates alcalins que l'on obtient ainsi sont en assez grand nombre; certains d'entre eux éprouvent diverses transformations, quand on les dissout dans l'eau et lorsqu'on soumet ces solutions à une longue ébullition.

» Les réactifs donnent, dans les solutions des différentes variétés de tungstates, des précipités dont les caractères physiques et la composition dépendent non seulement de la variété du tungstate, mais aussi des conditions de température et de dilution dans lesquelles la précipitation a été effectuée; il existe cependant un caractère, général à toutes les différentes variétés de tungstates, propre à reconnaître la présence de l'acide tungstique : c'est la coloration bleue que l'on obtient en ajoutant à une dissolution étendue d'un tungstate alcalin un fragment de zinc ou d'aluminium, et quelques gouttes, soit d'acide chlorhydrique, soit d'acide sulfurique, soit d'acide phosphorique. Cette réaction n'est pas extrêmement sensible.

» M. Lucien Lévy avait indiqué [1] des colorations dues à l'action de

---

[1] *Thèse de Doctorat ès Sciences*, n° 716; 1891.

l'acide titanique sur quelques solutions sulfuriques de phénols ou d'alcaloïdes; nous avons pensé que l'acide tungstique pourrait donner aussi de semblables réactions.

» La combinaison du tungstène est d'abord transformée en acide tungstique (dans la plupart des cas on peut prendre la matière à analyser sèche); on traite alors cet acide par quatre ou cinq fois son poids de bisulfate de potasse et quelques gouttes d'acide sulfurique; on chauffe doucement : dans ces conditions l'acide tungstique se dissout; on ajoute alors assez d'acide sulfurique pour que le contenu de la capsule ne se prenne pas en masse par le refroidissement; on prend une goutte de cette solution sulfurique et l'on y ajoute une goutte du réactif s'il est liquide ou quelques parcelles s'il est solide, on triture pendant quelques instants avec l'extrémité d'un agitateur et l'on obtient des colorations quelquefois d'une extrême intensité. Nous avons essayé l'action de nombreux corps organiques (carbures, alcools, éthers, aldéhydes, acétones, amines, phénols, alcaloïdes, etc.); ce sont les phénols et les alcaloïdes qui nous ont donné les meilleurs résultats; ce sont les seuls que nous exposerons.

» En opérant sur une goutte de la solution sulfurique, comme il a été dit plus haut, on obtient avec :

	Une coloration :
Le phénol	Rouge de Saturne extrêmement intense.
Crésol (para)	Rouge brun intense.
Thymol	Rouge vermillon.
Hydroquinone	Violet améthyste excessivement intense.
Résorcine	Rouge brun.
Pyrocatéchine	Violet noir, quelquefois paraît noir.
Pyrogallol	Rouge noir.
Naphtol α	Bleu violacé.
Naphtol β	Bleu violacé.
Acide salicylique	Rouge de Saturne très intense.
Acide oxybenzoïque (méta)	Rouge de Saturne peu intense.
Acide oxybenzoïque (para)	Rien.
Quinine Cinchonine	Jaune peu intense.
Morphine	Violet améthyste, puis brune.
Codéine	D'abord rose, puis violette.
Conicine	Rose intense.
Solanine	Gomme-gutte.
Vératrine	Terre de Sienne intense, puis rouge brun; avec une trace d'eau coloration brune.
Aconitine	Jaune brun.
Narcéine	Vert jaunâtre, puis vert mousse.
Picrotoxine	Rouge orange très intense.

» En général, ces colorations sont détruites par l'eau.

» La strychnine, la brucine, la nicotine, l'atropine, la cantharidine, la caféine, la santonine, la pilocarpine, l'ergotinine, l'hyosciamine ne donnent aucune coloration.

» Mais, parmi ces réactions, nous ne retiendrons que les colorations données par le phénol (rouge) et par l'hydroquinone (violette), tant à cause de leur intensité que de la facilité à se procurer le réactif. Les colorations fournies par ces deux réactifs sont beaucoup plus sensibles que la formation d'oxyde bleu de tungstène, obtenu par l'action du zinc et de l'acide chlorhydrique sur un tungstate alcalin. Alors que cette dernière réaction peut à peine accuser la présence d'acide tungstique dans une solution aqueuse tenant 1^{mgr} de tungstate, les colorations données par le phénol et l'hydroquinone décèlent facilement la présence de $\frac{1}{400}$ à $\frac{1}{500}$ de milligramme d'acide tungstique : dans ces conditions, la coloration due à l'hydroquinone tire alors sur le rose ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action du chlorure d'aluminium sur le benzène contenant du thiophène.* Note de M. **Eyvind Boedtker**, présentée par M. Friedel.

« En cherchant à préparer le cumène par la réaction Friedel-Crafts, j'ai toujours observé un dégagement considérable d'hydrogène sulfuré. Je me suis servi d'une qualité de benzène qui est désignée dans le commerce comme *benzène cristallisable*. En effet, ce benzène cristallise facilement et bout entre 80°-81°. Pourtant il donne toujours la réaction du thiophène (indophénine). Il est donc probable que le thiophène est la source de l'hydrogène sulfuré, qui se dégage quand on traite le mélange chlorure de propyle et de benzène par le chlorure d'aluminium. En employant un benzène qui ne contient pas de thiophène, on n'observe aucun dégagement d'hydrogène sulfuré.

» Si l'on chauffe ce *benzène cristallisable* avec du chlorure d'aluminium au bain-marie, on remarque déjà à une température assez basse la formation d'hydrogène sulfuré et d'acide chlorhydrique, et si l'on recueille les vapeurs dégagées dans une solution d'acétate de plomb, il se précipite du sulfure de plomb.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

» Il est vrai qu'on a réussi à substituer, par la réaction Friedel-Craffts, des radicaux dans l'anneau du thiophène; mais, d'après ce qui précède, il n'est pas douteux que le thiophène, dans les conditions où il se trouve dans le benzène, ne perde du soufre et ne donne un reste qui se combine avec le benzène. 2 molécules de celui-ci perdent probablement à leur tour 2 atomes d'hydrogène.

» En effet, quand on a traité le benzène avec du chlorure d'aluminium, et quand on l'a lavé avec de l'eau, on trouve qu'après la distillation du benzène il reste un liquide brun à fluorescence verte, dont la majeure partie bout à une température supérieure à 300°. Ce liquide ne donne pas la réaction de thiophène; cependant il contient encore des traces de soufre.

» M. Hauer (1) a déjà signalé qu'on peut utiliser l'action du chlorure d'aluminium sur le benzène contenant du thiophène pour le purifier. Il explique la réaction en supposant la formation de produits de condensation du thiophène; mais il n'a pas observé le dégagement d'hydrogène sulfuré, qui prouve la destruction du thiophène. Cependant, le fait que les produits de la réaction contiennent du soufre permet d'admettre la formation d'un « thiophène condensé ». D'autre part, le dégagement d'hydrogène sulfuré prouve que les produits de la réaction contiennent une combinaison des restes du thiophène et du benzène.

» Quant à l'application avantageuse de ces faits à la purification du benzène, cela dépend de la quantité de thiophène qu'il contient.

» Le benzène que j'avais à ma disposition était extrêmement riche en thiophène. J'en ai fait bouillir 500^{gr} pendant douze heures, en ajoutant peu à peu environ 35^{gr} de chlorure d'aluminium. Il s'est dégagé tout le temps de l'hydrogène sulfuré, et le benzène donne encore la réaction de thiophène, bien que cette réaction soit beaucoup plus faible que dans le benzène primitif.

» J'espère, plus tard, pouvoir étudier ces réactions d'une façon plus complète (2). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux composés triméthyléniques mixtes*. Note de M. **Louis Henry**.

« J'ai, à diverses reprises, attiré l'attention des Chimistes sur la différence d'aptitude réactionnelle des corps halogènes dans les éthers haloïdes

---

(1) Brevet, *Moniteur scientifique* du Dr Quesneville; 1895.

(2) Laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne; juillet 1896.

mixtes (¹). J'ai mis à profit cette différence pour obtenir divers composés auxquels il n'eût pas été possible d'arriver par une autre voie, notamment le nitrile chlorobutyrique normal γ chloré (²) $CAz - (CH^2)^2 - CH^2Cl$, produit de l'action du chlorobromure de triméthylène

$$CH^2Cl - CH^2 - CH^2Br$$

sur le cyanure de potassium.

» Me basant sur ce principe, j'ai préparé quelques dérivés triméthyléniques nouveaux, dont certains me paraissent dignes d'être signalés. J'en ferai connaître deux en ce moment.

» 1° *Chloroiodure de triméthylène* $ClCH^2 - CH^2 - CH^2I$. — Ce corps est le résultat de l'action du chlorobromure de triméthylène sur l'iodure de sodium, dans l'alcool méthylique (une molécule seulement).

» C'est un liquide incolore, brunissant à la lumière à la façon des éthers iodhydriques, d'une odeur piquante; d'une densité, à 20°, égale à 1,904.

» Dans un mélange de neige carbonique et d'éther, il se congèle en une masse cristalline et fond à — 69°, 5.

» Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 6, 98; la densité calculée est 7,06.

» Il bout, sous pression ordinaire, à 170°-172°.

» On peut remarquer que, conformément à la règle que j'ai établie (³), le point d'ébullition de ce composé mixte est la moyenne entre les points d'ébullition des composés simples correspondants

	Ébullition.	Moyenne.
$C^3H^6Cl^2$	120°	172°
$C^3H^6I^2$	224°	

» 2° *Nitrochlorure de triméthylène* $ClCH^2 - CH^2 - CH^2(AzO^2)$. — Il résulte de l'action du chloroiodure que je viens de faire connaître sur l'azotite d'argent (1 molécule). L'iode est seul atteint, la réaction est assez nette et le rendement avantageux, alors que l'on extrait le produit de la masse brute, sous pression raréfiée, au bain d'huile.

» Ce corps constitue un liquide incolore, mobile, d'une faible odeur éthérée, d'une saveur piquante.

» Sa densité à 20° est égale à 1,267.

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1062 et p. 1149.
(²) *Ibid.*, t. CI, p. 1158.
(³) *Ibid.*, t. CI, p. 816.

» Il est incongelable dans le mélange de neige carbonique et d'éther.

» Sous la pression ordinaire, il bout à 197°, en subissant une légère décomposition. Il bout à 115°-116° sous la pression de 40^{mm}.

» Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 4,13; la densité calculée est 4,26. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage rapide des composants d'un mélange des amines primaire, secondaire et tertiaire, ayant le même radical aliphatique.* Note de M. CH. GASSMANN.

« Ce procédé, que j'ai étudié surtout au point de vue du dosage des trois éthylènediamines

$$\begin{array}{l} CH^2-NH^2 \\ | \\ CH^2-NH^2 \end{array} \qquad \begin{array}{l} CH^2-NH-CH^2 \\ | \qquad\qquad\quad | \\ CH^2-NH-CH^2 \end{array} \qquad \begin{array}{c} NH \\ \diagup \; | \; \diagdown \\ CH^2 \quad CH^2 \quad CH^2 \\ | \qquad | \qquad | \\ CH^2 \quad CH^2 \quad CH^2 \\ \diagdown \; | \; \diagup \\ NH \end{array},$$

consiste à peser une quantité donnée du mélange exempt d'eau (donc anhydrisé, séché et redistillé), à dissoudre celle-ci dans de l'eau, afin d'obtenir un litre de liquide; on titre une partie de cette solution avec de l'acide chlorhydrique normal en présence de phénolphtaléine, puis on ajoute à une nouvelle partie (le même volume que pour la titration précédente) une fois et demie le volume d'acide chlorhydrique normal qu'avait demandé la détermination de la basicité; on dilue avec 2 volumes d'alcool et l'on ajoute de menus morceaux de glace, exempte d'acide nitreux et neutre au papier de tournesol. On titre cette solution avec précaution, avec une solution normale de nitrite sodique, en reconnaissant la marche de l'opération avec des tâtes et l'iode-amidon.

» Soit

m_x le poids moléculaire de la monoéthylènediamine,
m_y » diéthylènediamine,
m_z » triéthylènediamine,
a le poids du mélange en grammes,
b^{cc} la quantité d'acide chlorhydrique normal en cent. cubes rapportée à a,
c^{cc} la quantité de nitrite sodique normal en cent. cubes rapportée à a.

» Les trois bases forment des dichlorhydrates à réactions neutres, tandis

qu'il n'y a que l'éthylènediamine et la pipérazine qui se nitrosent et absorbent chacune 2 molécules d'acide nitreux ou 3 molécules de nitrite sodique.

m_x grammes 2000 cent. cubes (2 molécules) d'acide chlorhydrique normal,
x » $\frac{2000x}{m_x}$ » ,

donc

y » $\frac{2000y}{m_y}$ » ,
z » $\frac{2000z}{m_z}$ » .

» Pour l'acide nitreux on a les relations

m_x grammes 2000 cent. cubes de solution normale de nitrite de sodium (2 molécules),
x » $\frac{2000x}{m_x}$ » ,

et

y » $\frac{2000y}{m_y}$ » ;

la triéthylènediamine n'étant pas affectée dans cette réaction.

» Il s'ensuit les équations

$$x + y + z = a, \tag{1}$$

$$\frac{2000x}{m_x} + \frac{2000y}{m_y} + \frac{2000z}{m_z} = b, \tag{2}$$

$$\frac{2000x}{m_x} + \frac{2000y}{m_y} = c, \tag{3}$$

d'où les valeurs

$$x = \frac{[(m_y - m_z)c + bm_z - 2000a]\,m_x}{2000(m_y - m_x)} \text{ grammes},$$

$$y = \frac{[2000a - bm_z + c(m_z - m_x)]\,m_y}{2000(m_y - m_x)} \text{ grammes},$$

$$z = \frac{(b-c)m_z}{2000} \text{ grammes}.$$

» Les équations précitées, dans le cas d'un mélange des *monamines* pri-

maire, secondaire et tertiaire aliphatiques, deviennent

$$(1)' \qquad X + Y + Z = A,$$

$$(2)' \qquad \frac{X}{m'_X} + \frac{Y}{m'_Y} + \frac{Z}{m'_Z} = \frac{B}{1000},$$

$$(3)' \qquad \frac{X}{m'_X} + \frac{Y}{m'_Y} = \frac{C}{1000};$$

$$X = \frac{[(m'_Y - m'_Z)C' + (Bm'_Z - 1000A)]m'_X}{1000(m'_Y - m'_X)} \text{ grammes},$$

$$Y = \frac{[1000A - Bm'_Z + C'(m'_Z - m'_X)]m'_Y}{1000(m'_Y - m'_X)} \text{ grammes},$$

$$Z = \frac{(B - C')m'_Z}{1000}.$$

» Pour les éthylènediamines, on trouve les valeurs suivantes :

$$m_x = 59,56, \qquad m_y = 85,90, \qquad m_z = 111,84;$$

$$(1) \qquad x = 0,12706b - (2,27216a + 0,02947c),$$

$$(2) \qquad y = 3,3114a - 0,18517b + 0,0859c,$$

$$(3) \qquad z = 0,05592(b - c).$$

» Les résultats obtenus avec les éthylènediamines sont exacts à $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ pour 100 près, et sont suffisants au point de vue industriel. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Des composés oxydables sous l'influence du ferment oxydant des Champignons.* Note de M. **Ém. Bourquelot**, présentée par M. L. Guignard.

« J'ai montré récemment [1] que l'activité du ferment oxydant des Champignons peut être influencée par la réaction du milieu dans lequel on le fait agir. Dans la Note que j'ai publiée sur ce sujet, je me suis borné à exposer les résultats de mes recherches sur quatre composés oxydables, à savoir : *phénol, aniline, ortholuidine* et *paratoluidine*.

» J'ai constaté l'action du ferment sur un grand nombre d'autres composés appartenant à diverses fonctions; je parlerai aujourd'hui, en particulier, de ceux qui font partie des phénols, des éthers de phénols et des amines aromatiques.

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 27 juillet 1896.

» L'étude de l'action du ferment a été faite dans les conditions d'expérimentation qui sont relatées dans ma première Note.

» Phénols. — Le ferment oxydant des champignons agit sur les trois crésols isomères ([1]).

» Avec l'*orthocrésol,* l'oxydation commence immédiatement en milieu neutre, et se continue ensuite régulièrement. Elle se produit aussi en milieu additionné de carbonate de soude ($\frac{1}{1000}$ à $\frac{3}{1000}$), mais un peu moins rapidement. Dans tous les cas, le liquide se colore en brun verdâtre, et il se fait un précipité brun sale soluble dans l'éther, qui se colore en jaune.

» Avec le *métacrésol,* l'oxydation se produit aussi en milieu neutre et en milieu légèrement alcalinisé. Elle se manifeste par la formation d'un précipité blanc rosé, soluble dans l'alcool.

» Avec le *paracrésol,* l'oxydation commence de suite en milieu additionné de $\frac{2}{1000}$ de carbonate de soude. Le liquide se colore d'abord en rouge, puis passe au vert foncé. En milieu neutre, l'oxydation se produit également, mais très lentement, et le liquide reste rougeâtre. La matière colorante n'est pas enlevée par l'éther.

» En ce qui concerne les phénols polyatomiques, nous avons déjà établi, M. G. Bertrand et moi, que le ferment oxydant des Champignons agit sur l'hydroquinone et le pyrogallol ([2]); il oxyde également la *résorcine,* même en milieu neutre; cependant l'oxydation est favorisée par l'addition d'une faible quantité de carbonate de soude ($0^{gr},5$ de carbonate cristallisé pour 1000). Le liquide prend une couleur rouge foncé et présente, surtout en milieu alcalin, une belle fluorescence verte.

» Éthers de phénols. — Le ferment oxydant des champignons oxyde rapidement le *gaïacol* et l'*eugénol.* Mais, contrairement à ce qui se passe en général pour les phénols, l'oxydation se fait beaucoup mieux en milieu neutre ou acidulé par l'acide acétique qu'en milieu alcalinisé, même très légèrement.

» Avec le gaïacol, la réaction s'effectue très rapidement. En quelques instants, le liquide prend une belle coloration rouge orangé et bientôt il se fait un dépôt de couleur rouge.

» La matière colorante est soluble dans l'éther et la solution que l'on obtient est jaune foncé ([3]).

([1]) Je dois ces trois composés, ainsi que quelques-uns des autres corps que j'ai essayés, à l'obligeance de M. le professeur Jungfleisch. Je lui adresse ici mes remercîments.

([2]) *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie,* 10e série, t. II, p. 580; 1895.

([3]) La solution aqueuse de gaïacol me paraît être un réactif très sensible du ferment oxydant des Champignons. On peut s'en servir de la façon suivante : A 5^{cc} de solution aqueuse saturée de gaïacol cristallisé on ajoute cinq gouttes d'acide acétique à 1 pour 100, puis quelques centimètres cubes du liquide à examiner (suc de plante, macération, etc.). Si le liquide renferme du ferment, il se produit une coloration rouge orangé. Cette réaction réussit avec tous les Champignons riches en ferment oxydant.

» Avec l'eugénol, il ne se produit pas de coloration, mais un trouble blanc qui envahit tout le liquide, et bientôt celui-ci répand une odeur de vanilline. La réaction s'effectue rapidement, surtout en présence d'une petite quantité d'acide acétique (0,5 à 2 pour 1000). Si l'on agite le liquide avec de l'éther et si l'on fait évaporer, on obtient un résidu présentant très manifestement l'odeur de vanilline.

» Amines aromatiques. — Le ferment oxydant des Champignons agit aussi bien sur la *métatoluidine* que sur les deux isomères de cette base, et, comme avec ces derniers, la réaction est favorisée par l'addition d'un peu d'acide acétique. En effet, tandis qu'en milieu neutre l'oxydation est très lente, se manifestant à la longue par une coloration du liquide en jaune sale, en milieu acide ($\frac{1}{1000}$ d'acide acétique), elle s'effectue rapidement et, dans le liquide brun rouge, on voit se former un précipité violacé. Si l'on agite ce précipité avec de l'eau et de l'éther, il se dissout pour la plus grande partie : l'éther prend une coloration rouge vineuse, tandis que le liquide aqueux est violet.

» J'ai également essayé l'action du ferment sur la *xylidine* (probablement un mélange d'isomères). En milieu neutre, la solution aqueuse se teinte très légèrement en jaune. En milieu acide ($\frac{1}{1000}$ d'acide acétique), l'oxydation est rapide; elle se traduit par une coloration rouge violet et par la formation d'un précipité abondant que l'éther dissout presque en totalité en se colorant en rouge violacé.

» On voit, par ces exemples, que le ferment oxydant des Champignons peut déterminer des réactions colorées très variées. Il est également très actif, et son action peut être comparée, dans certains cas, à celle des oxydants dont on se sert dans l'industrie des matières colorantes. C'est ce qui ressort des essais que j'ai faits avec l'*aniline pour rouge*, essais que je résume ici brièvement.

» On fait dissoudre 10^{gr} d'aniline dans 300^{cc} d'eau distillée additionnée de 5^{gr} d'acide acétique cristallisable, et l'on filtre. Au liquide filtré, on ajoute 50^{cc} de macération de *Russula delica*. Dans le mélange on fait passer un courant d'air, par le moyen d'une trompe à eau; on met ainsi les diverses parties du liquide constamment en contact avec l'oxygène de l'air qui vient renouveler celui qui est absorbé. La réaction commence de suite; en quelques minutes, le liquide a pris une teinte rouge violet intense et se trouble. Au bout de quelques heures, l'oxydation peut être considérée comme terminée.

» Si l'on traite le produit comme dans l'industrie de la fuchsine, c'est-à-dire si, après l'avoir concentré, on l'additionne d'une solution saturée de sel marin et si l'on porte à l'ébullition, on obtient une matière douée d'une grande puissance colorante, matière analogue à la fuchsine.

» Ce résultat tire son intérêt principalement de ce fait qu'il a été obtenu avec la partie soluble dans l'eau de *dix grammes* de Champignon. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'hivernage de la* Clavelina lepadiformis *Müller.* Note de MM. **A. Giard** et **M. Caullery.**

« La *Clavelina lepadiformis* Müller, autrefois assez rare sur les côtes du Pas-de-Calais, est devenue très abondante aux roches Bernard, près Boulogne, depuis l'établissement du nouveau port. Pour qui observe d'une façon continue les jolis cormus de cette Synascidie, c'est un problème très intéressant de savoir comment des colonies, parfois grosses comme le poing, disparaissent entièrement pendant l'hiver pour reparaître vers le mois de juin de l'année suivante avec le même développement, exactement aux mêmes endroits. On ne peut attribuer la formation de ces nouveaux cormus à la prolifération des oozoïtes produits par les anciens, car, bien qu'assez rapide, le bourgeonnement de ces oozoïtes ne suffirait pas à produire en si peu de temps des masses aussi volumineuses.

» Mais, si vers la fin de septembre ou en octobre, ou même aux marées de l'équinoxe du printemps de l'année suivante, on examine avec soin la place qu'occupaient les colonies disparues, on trouve, adhérents à la roche, de nombreux stolons ramifiés et intriqués, portant de distance en distance des glomérules de petits corps blanchâtres d'apparence crétacée, le tout constituant un ensemble qui rappelle assez bien l'aspect général d'une colonie rampante de Bryozoaires du genre *Bowerbankia*. C'est la forme sous laquelle doit hiverner la Claveline, réduite à des tubes stoloniaux bourrés en certains points de substances de réserves.

» *Nature des stolons.* — Les stolons où s'accumulent les réserves sont identiques à ceux qui, pendant l'été, relient entre eux les divers individus du cormus et sur lesquels se forment les blastozoïtes ordinaires. Ils naissent à la partie inférieure de l'abdomen des individus. Souvent ils rampent à la surface de ceux-ci et il y a alors fréquemment soudure de la tunique des stolons à celle de l'individu. Comme, d'autre part, les stolons se coupent en tronçons, on en voit souvent des fragments bourrés de réserves et isolés, faisant corps en des points quelconques avec la tunique d'individus dont la branchie et le tube digestif ont plus ou moins complètement disparu.

» Comme les stolons normaux, les stolons d'hivernage renferment un prolongement du tube épicardique (cloison stoloniale) dont les deux faces sont accolées.

» *Modifications des stolons.* — En certains points, plus ou moins régulièrement espacés, le tube stolonial produit de nombreux diverticules latéraux digitiformes, formant les glomérules blanchâtres dans lesquels les réserves sont accumulées et qu'on peut comparer aux *gemmules* des Éponges et aux *statoblastes* des Bryozoaires.

» Sur ces glomérules, l'exoderme du stolon se modifie rapidement. De très mince et

pavimenteux, il devient cylindrique. Les noyaux sont de préférence à la face interne. Les réserves, sous forme de granules blancs opaques prenant le carmin, se disposent au contraire du côté de la face externe.

» Les granules de réserves sont essentiellement différents des pigments excrétés, blancs ou jaunes. qui forment des lignes ornementales sur diverses parties du corps des Clavelines.

» Dans la lumière du stolon, se trouvent des amas de cellules, qu'on doit considérer comme phagocytées par des éléments mésenchymateux provenant sans doute du mésoderme des anciens animaux de la colonie. Beaucoup de ces cellules mésenchymateuses renferment aussi des réserves, toujours sous forme de granulations blanches, occupant dans le protoplasme des vacuoles qui se confondent généralement en une grande vacuole centrale; le protoplasme et le noyau sont refoulés à la périphérie.

» Les cellules ainsi modifiées peuvent s'agglomérer. Elles arrivent à combler le stolon fortement distendu. Bien que ces cellules paraissent se multiplier activement, nous n'avons pas observé de figures mitosiques.

» La cloison épicardique ne présente aucune modification; elle est toujours très mince et les deux feuillets restent accolés.

» Au bout d'un certain temps, le stolon se coupe en tronçons complètement isolés: chaque tronçon nouveau présente de nombreuses digitations. Ces divers ensembles possèdent toujours un fragment de l'épicarde.

» *Évolution ultérieure des tronçons.* — Les tronçons ainsi isolés peuvent rester plus ou moins longtemps sans évoluer, suivant les circonstances ambiantes. Le développement des bourgeons s'annonce d'abord par le changement d'aspect du fragment d'épicarde. Les cellules épicardiques prolifèrent énergiquement par caryokinèse et deviennent fortement colorables.

» Elles constituent bientôt une vésicule creuse, comparable à la vésicule interne des bourgeons normaux des Synascidies; bien que nous n'ayons pas suivi pas à pas la transformation de cette vésicule, nous ne doutons nullement de l'homologie de son développement ultérieur avec celui des blastozoïtes ordinaires de la *Clavelina*.

» Dès le début de ce processus, il y a disparition très rapide des réserves accumulées dans l'exoderme. La hauteur des cellules épithéliales diminue à mesure que ces cellules se multiplient et se vident de leurs réserves.

» Les réserves des cellules mésenchymateuses disparaissent également par digestion propre, sans intervention d'éléments étrangers.

» *En résumé.* — *a.* La reconstitution des cormus de *Clavelina*, après l'hiver, s'accomplit par un bourgeonnement homologue du bourgeonnement normal.

» *b.* L'accumulation des réserves, sous la forme décrite ci-dessus, se rencontre déjà dans des colonies recueillies en juillet. Elle s'exagère à mesure que la reproduction sexuelle diminue (août, septembre), et atteint son maximum en automne, lorsque les anciens individus des cormus, réduits d'abord à leur tunique de cellulose, ont finalement disparu.

» *c.* Elle doit donc être interprétée comme une disposition physiolo-

gique normale, permettant la vie latente des cormus pendant un certain temps. C'est un processus d'hivernage, comparable à celui que nous avons fait connaître chez les *Polyclinidæ.* »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Traitement des infections expérimentales (colibacillaires) par les injections intraveineuses massives de la solution salée simple* (Na Cl *à* 7 *pour* 1000) *et de leur mode d'action.* Note de MM. **F.-J. Bosc** et **V. Vedel**, présentée par M. Guyon.

« Nous appuyant sur nos recherches physiologiques antérieures, nous avons étudié les effets des injections intraveineuses massives de la solution salée à 7 pour 1000, leurs indications, les conditions les meilleures de leur emploi et leur physiologie pathologique, dans les cas d'infection expérimentale déterminée, chez le chien, par l'injection dans les veines de culture de colibacille.

» Cette infection colibacillaire a entraîné la mort, en deux à trois heures, aux doses fortes (3^{cc} à 1^{cc} par kilogramme); en dix à quinze heures, aux doses moyennes (1^{cc} par kilogramme); en douze à quarante heures, aux doses faibles (1^{cc} à $0^{cc},36$ par kilogramme).

» A toutes ces doses il se produit une infection précise au point de vue des symptômes et des lésions.

» C'est une infection essentiellement hémorragipare, avec prédominance des lésions sur le tube digestif et sur le rein, qui se marque par des troubles gastro-intestinaux précoces et graves, un affaiblissement profond du cœur, un abaissement intense de la pression sanguine, dès le début de l'inoculation (de 16^{cm} à 5^{cm} de mercure), et qui s'aggrave encore dans la suite (2^{cm} à 3^{cm}), la suppression de la diurèse, une élévation thermique suivie d'hypothermie, de l'hébétude, de l'affaissement, de la résolution.

» Les injections salées intraveineuses massives [1] modifient l'*évolution* de la maladie, suivant la gravité de l'infection et la période de celle-ci où elles ont été pratiquées.

» Aux doses très fortes, la mort survient dans tous les cas; mais l'injection *précoce* (*faite pendant ou immédiatement après l'inoculation*) retarde la marche de la maladie; cette injection peut amener la guérison aux doses un peu moindres, et surtout

---

(1) Pour chaque chien traité par l'injection salée, il y avait un ou plusieurs chiens témoins de même âge, de même allure, injectés avec une dose un peu moindre de la même culture.

aux doses moyennes et faibles. Cette première injection précoce peut à elle seule amener la guérison.

» Si la première injection est *tardive*, elle n'a pas d'influence sur l'issue de la maladie, mais elle ralentit l'évolution de l'infection, et cela d'autant plus qu'elle a été faite plus près de son début; aux doses faibles, l'injection tardive, pratiquée en pleine évolution de la maladie, peut produire la guérison.

» Ce n'est que dans un cas que cette première injection a suffi pour entraîner la guérison; en dehors de celui-ci nous avons, pour obtenir les résultats signalés, fait de 2 à 4 injections successives chez un même animal.

» Les *effets des injections salées sur les symptômes infectieux* ont varié suivant la gravité de l'infection, la période de celle-ci où la première injection a été pratiquée, et avec les injections successives :

» La *première injection précoce* diminue, pour les doses très fortes, la rapidité de l'affaiblissement du cœur, accélère la réaction thermique, mais ces phénomènes sont très passagers; dans les cas d'infection un peu moins forte, où la guérison pourra être obtenue, elle augmente l'énergie du pouls, relève immédiatement et maintient la pression sanguine, produit une réaction thermique rapide et élevée, des mictions abondantes, des frissons, de la soif et une atténuation des troubles généraux; aux doses moyennes et faibles, elle a une véritable *action empêchante*, au point de ne laisser apparaître aucun accident sérieux, et c'est dans ces cas que se produisent les réactions fonctionnelles les plus nettes.

» Si la *première injection est tardive*, ses effets sont peu énergiques et très passagers, lorsqu'elle est faite à la période agonique : le cœur seul est légèrement relevé, mais l'hypothermie progresse, l'anurie et la résolution ne sont pas modifiées; lorsqu'elle est faite à une période moins avancée, l'injection relève le cœur, élève la température, améliore l'état général, mais cette action s'épuise rapidement; ce n'est qu'avec des infections faibles que l'injection tardive produit des réactions favorables et d'une plus longue durée.

» Les *injections consécutives*, dans le cas d'infection grave, sont moins actives encore que la première : elles galvanisent quelques minutes le cœur et le système nerveux. Dans les cas moins graves où la première injection a déterminé des effets plus favorables, ceux-ci sont continués, augmentés ou complétés par une seconde ou une troisième injection.

» Nous insistons sur les effets de l'injection salée sur la *pression sanguine :* l'injection précoce relève immédiatement la pression sanguine profondément abaissée par l'inoculation; l'injection tardive la relève également, mais beaucoup moins que l'injection précoce; les injections consécutives la relèvent à un degré variable.

» Les injections *hypermassives* (injection de 270^{cc} par kilogramme, avec une vitesse de 80^{cc} à 100^{cc} par minute), bien supportées par le chien sain, doivent être rejetées chez l'animal infecté : elles perturbent profondément

le cœur et la respiration et produisent des attaques convulsives; à l'autopsie, on trouve de l'œdème hémorragique du poumon, de l'épanchement sanglant du péritoine et du péricarde, des hémorragies des méninges. Les *conditions les meilleures* sont, pour chaque injection, l'introduction de 25^{cc} à 30^{cc} de solution par kilogramme, à une vitesse moyenne de 40^{cc} par minute. La *température* du liquide injecté n'entre pour rien dans les effets.

» Les *indications* sont de pratiquer la première injection le plus près possible de l'inoculation; mais, quelle que soit la période de l'infection, l'injection est toujours indiquée. L'*urgence* de l'injection sera basée sur l'état de faiblesse du cœur, la marche de la température, la diurèse, l'état général. L'indication est d'autant plus précise que chaque injection antérieure a entraîné une amélioration nouvelle. L'apparition de l'albumine ne contre-indique pas de nouvelles injections.

» Les injections salées intraveineuses massives *agissent :* en favorisant l'élimination des poisons, grâce à l'action osmotique du NaCl et à son action diurétique directe (excitation de l'épithélium rénal) et indirecte (élévation de la pression sanguine par action réflexe vaso-constrictive); en raffermissant les globules rouges altérés (Mayet); en activant le mouvement nutritif (Bunge, Hemmerich, Biernacki); en diminuant le pouvoir globulicide du sérum pathologique (Castellino).

» L'*action empêchante* des injections précoces nous porte à penser que la solution salée peut produire dans l'organisme un état de suractivité curatrice; nous avons vu, en effet, l'injection salée déterminer chez le chien sain, une réaction générale qui s'exagère, dans le cas d'infection, pour reproduire un Tableau identique aux *réactions critiques naturelles*. Une partie de cette action empêchante, ou tout au moins atténuante, peut être attribuée à la vaso-constriction réflexe immédiate, qui empêche l'énorme et brutale vaso-dilatation produite par l'inoculation de colibacille. »

ZOOLOGIE. — *Sur la nature des Chabins.* Note de M. **Ch. Cornevin**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Quelques zoologistes et zootechnistes admettent que les espèces ovine et caprine, en s'accouplant, donnent des produits féconds, des métis, par conséquent. Malgré les réserves faites par Daubenton, cette croyance a pris corps, tout particulièrement depuis les publications de Gay sur la

zoologie du Chili, dans lesquelles il a avancé que l'accouplement en question se pratique très largement dans cette partie de l'Amérique du Sud. Les produits auxquels cette origine est attribuée sont appelés *Chabins*.

» Il m'a paru indispensable d'examiner de près si les accouplements entre caprins et ovins sont fructueux et si réellement les Chabins en sont le résultat, car, dans mes voyages aux régions de l'Europe méridionale et orientale et de l'Afrique, où la promiscuité des Moutons et des Chèvres est constante, beaucoup d'agriculteurs et de bergers m'ont répondu qu'il n'y avait pas à craindre d'avoir des sujets issus des deux espèces en présence, parce que, si elles s'accouplent volontiers, elles ne produisent pas ensemble.

» Pour tirer la chose au clair, je résolus : 1° de reprendre l'anatomie comparée du Mouton et de la Chèvre, en étendant les études à plusieurs races ovines et caprines; 2° de faire le même travail avec le Chabin, en le comparant à diverses sortes de Moutons et de Chèvres; 3° de faire procéder au Chili, et par une personne compétente, habitant le pays depuis longtemps, à une enquête sur la façon dont les Chiliens produisent les Chabins; 4° de faire exécuter, au Chili même, dans des conditions de sécurité scientifique aussi parfaites que possible, des expériences d'accouplement entre Boucs et Brebis, Béliers et Chèvres, Chabins mâles et Chèvres, ainsi que Brebis, Chabines et Boucs et Béliers ([1]).

» A. *Anatomie comparée du Mouton et de la Chèvre.* — Nous avons, M. Lesbre et moi, examiné des spécimens de dix races ovines et de cinq races caprines, nous astreignant à ne comparer que des individus de même sexe et adultes. Nos recherches ont fait l'objet de deux Mémoires ([2]), l'un consacré à l'Ostéologie, l'autre à la Myologie et à la Splanchnologie.

» Du premier il ressort que l'occipital, les crêtes et les sutures pariétales, la portion auriculaire du temporal, le lacrymal, le frontal, les os nasaux, l'intermaxillaire, les vertèbres cervicales et principalement l'axis, les apophyses des vertèbres dorsales, le coxal, les métacarpiens et métatar-

---

([1]) Pour la partie anatomique, j'ai été très heureux d'avoir la collaboration de M. Lesbre, professeur d'Anatomie, rompu aux dissections minutieuses. L'enquête et les expériences ont été faites au Chili par M. Besnard, professeur de Zootechnie, à l'École d'Agriculture de Santiago.

([2]) Cornevin et Lesbre, *Caractères ostéologiques différentiels du Mouton et de la Chèvre. Caractères myologiques et splanchnologiques différentiels du Mouton et de la Chèvre; comparaison avec le Chabin* (*Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon*).

siens, ainsi que les phalanges unguéales de toutes les Chèvres examinées, diffèrent notablement de ceux de tous les Moutons observés.

» Du second, il se dégage que l'espèce caprine se distingue de l'espèce ovine : (*a*) par la possession de deux muscles que celle-ci n'a point, le sterno-maxillaire et le scalène supra-costal; (*b*) par un appareil stomacal proportionnellement plus vaste et à papilles plus développées; (*c*) par un placenta maternel à cotylédons nummulaires et non en cupule; (*d*) par un pli situé en avant de la scissure de Sylvius, entre la deuxième et la troisième circonvolutions superposées à la racine externe du lobe olfactif.

» L'ensemble de nos recherches nous a amenés à conclure que les différences musculaires, viscérales et osseuses entre les Moutons et les Chèvres sont beaucoup plus importantes que celles qu'on a relevées entre les Chevaux et les Anes, ou mieux qu'il n'en existe pas de comparables entre ces deux derniers. De par l'anatomie, non seulement la Chèvre et le Mouton constituent deux espèces très distinctes, mais ces animaux doivent être maintenus dans deux genres différents. Le genre *Capra* se rapproche du genre *Bos* par les muscles sterno-maxillaire et scalène supra-costal, par l'estomac et le placenta.

» B. *Anatomie du Chabin.* — Nos recherches sur les Chabins se résument par cette seule phrase : nous n'avons trouvé à ces animaux que des caractères exclusivement ovins; rien ne les rattache aux Caprins, comme cela devrait être s'ils avaient l'origine hybride qu'on leur attribue. Ce sont des Moutons à toison très grossière.

» C. *Enquête sur la production du Chabin au Chili.* — La reproduction textuelle d'un passage de la lettre que M. Besnard m'a adressée fixera l'opinion : « J'ai consulté un grand nombre de propriétaires de Chabins, » des diverses régions chiliennes où l'on produit ces animaux, *aucun ne* » *m'a dit avoir obtenu jamais des produits de Brebis fécondées par Boucs.* » Les Chabins se reproduisent entre eux et se multiplient à la façon des Moutons : le sang caprin n'intervient point.

» D. *Expériences d'accouplement entre les espèces caprine et ovine, ainsi qu'entre les Chabins et ces deux espèces.* — Ces expériences ont été exécutées à l'École d'Agriculture de Santiago; elles ont été poursuivies pendant deux années. En voici l'exposé, tel que M. Bernard me l'a transmis :

» Le 12 septembre 1893, les quatre groupes suivants ont été formés : 1° un Bouc et quatre Brebis; 2° un Chabin mâle, une Brebis mérinos et une Chèvre; 3° un Bouc, un Chabin femelle, une Brebis; 4° un Bélier, deux Chèvres, un Chabin femelle. Il en résulte ce qui suit : Le 28 juillet 1894, dans le groupe n° 2 est né un agneau mâle

noir, fils du Chabin et de la Brebis mérinos. Le 11 juillet 1894, dans le groupe n° 4 de la femelle Chabin et du Bélier southdown sont nées deux agnelles. Le 15 juin 1895, du groupe n° 4, la même femelle chabin fécondée par un Bélier, de race mérinos cette fois, a mis bas deux agneaux, l'un mâle, l'autre femelle. Enfin le 12 juillet 1895, dans le groupe n° 2, de la Brebis mérinos et du même Chabin mâle sont nés deux agneaux, un mâle et une femelle. Les groupes 1 et 3 n'ont rien produit.

» Je ferai observer que, avant le mois de septembre 1893, j'avais déjà depuis environ deux ans un groupe de Brebis avec un Bouc. J'ai changé successivement trois fois les Boucs et trois fois les Brebis. Pendant ces deux dernières années, j'ai ajouté deux jeunes Brebis au groupe n° 1, portant ainsi le nombre des femelles à six : le résultat a toujours été nul.

» Chacun des quatre groupes ci-dessus désignés était parfaitement isolé, séparé des autres reproducteurs, bien à la vue de toutes les personnes intéressées à suivre mes expériences. J'ai vu, et beaucoup de personnes avec moi, mes Boucs s'accoupler avec les Brebis; ils les poursuivent sans relâche et en toutes saisons; souvent les Brebis ont recherché spontanément le Bouc : il n'y a donc nulle antipathie entre les deux sortes d'animaux, mais leur accouplement reste sans résultats.

» Des quatre sortes de faits qui viennent d'être exposés, il se dégage que l'origine hybride des Chabins est sans fondement : elle constitue une erreur de même sorte que celle qu'on attribua un instant aux Léporides. Les Chabins forment une race de Moutons, tout comme les Léporides une race de Lapins, rien de plus. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les fleurages.* Note de M. **Balland.**

« Les fleurages dont on se sert en boulangerie pour saupoudrer les pâtes, soit lorsqu'on les tourne, soit lorsqu'on les met en panetons ou sur la pelle pour les enfourner, sont de différente nature. On trouve dans le commerce des fleurages de maïs, de blé, de pomme de terre, ainsi que des fleurages de bois dits *fleurages économiques*. Ces derniers, qui sont tolérés dans la pratique civile, mais formellement exclus des manutentions militaires, ne valent que 4^{fr} à 5^{fr} les 100^{kg}, alors que les premiers se vendent de 14^{fr} à 22^{fr}. D'après Rollet (*Mémoire sur la meunerie,* p. 378), la quantité de fleurage employée par un ouvrier soigneux s'élèverait environ à 2 pour 100 du poids de la pâte enfournée; dans les boulangeries militaires, la dépense est moins forte, elle ne dépasse pas 4^{kg} pour 1000 rations.

» Voici quelques indications sur divers fleurages que j'ai examinés :

» *Fleurages de maïs.* — Farine de basse extraction, jaunâtre, assez homogène, ayant l'odeur et la saveur du maïs. Lorsqu'on la fait bouillir avec l'eau, elle se prend en empois. Le microscope met en évidence les granulations polyédriques de l'amidon de maïs.

» *Fleurages de blé.* — Constitués par des remoulages de blé qui se gonflent beaucoup par ébullition dans l'eau, mais sans former de pâte liante. Au microscope, on reconnaît l'amidon de blé et les tissus caractéristiques des enveloppes et des poils du grain.

» *Fleurages de pomme de terre.* — En poudre rugueuse, grisâtre, présentant des piqûres produites par l'enveloppe extérieure de la pomme de terre; donne, avec l'eau et la chaleur, une colle consistante de couleur grise. L'examen microscopique ne laisse pas de doute sur l'origine du produit.

» Un échantillon, en poudre impalpable, était un mélange de fécule de pomme de terre avec la *farine noire* de blé que fournit le premier passage aux cylindres et qui n'entre pas dans les farines courantes. Cette farine d'ailleurs, d'après l'examen au microscope, était en très faible quantité.

» *Fleurages de bois.* — Poudre rugueuse, se rapprochant par sa nuance des remoulages de blé. Résiste à la mastication et laisse à la bouche la saveur astringente typique des sciures de bois. Ne se prend pas en pâte par ébullition avec l'eau. Noircit fortement au contact du perchlorure de fer dilué.

» Un échantillon, en poudre fine, de couleur jaunâtre, a donné, par simple macération dans l'eau, l'odeur et la saveur spéciales du bois de sapin.

» *Fleurages de corozo.* — Constitués par les sciures provenant du travail des noix de tagua ou de palmier, employées à la fabrication des objets en *ivoire végétal* ou *corozo* (notamment des boutons). Poudre ayant l'apparence d'un sable blanc. Conserve sa forme primitive lorsqu'on la fait bouillir dans l'eau, et prend une teinte rosée. Ne noircit pas avec le perchlorure de fer.

» Tous ces produits, faciles à caractériser, présentent la composition suivante :

	Fleurage de maïs.	Fleurage de blé.	Fleurage de pomme de terre. I.	Fleurage de pomme de terre. II.
	—	—	I.	II.
Eau	10,40	10,20	12,40	12,50
Matières azotées	9,92	14,81	4,70	2,52
Matières grasses	4,10	4,50	0,40	0,20
Matières amylacées et cellulose saccharifiable	66,43	61,79	70,35	79,98
Cellulose résistante	6,95	4,80	10,15	3,60
Cendres	2,20	3,90	2,00	1,20
	100,00	100,00	100,00	100,00

	Fleurage de bois. I.	Fleurage de bois. II.	Fleurage de corozo.
	I.	II.	—
Eau	9,80	8,70	10,40
Matières azotées	1,17	1,17	4,02
Matières grasses	0,95	0,40	0,15
Matières extractives et cellulose saccharifiable	41,88	53,78	79,18
Cellulose résistante	45,30	34,25	5,05
Cendres	0,90	1,70	1,20
	100,00	100,00	100,00

» Dans les cendres des fleurages de maïs et de blé, les phosphates dominent; dans les cendres des fleurages de bois et de pomme de terre, il y a traces de sulfates, et, dans les cendres de corozo, des traces de chlorures. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la composition immédiate du gluten des céréales*. Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Aimé Girard.

« Dans les recherches que j'ai entreprises dès l'année 1891 sur la constitution chimique des matières albuminoïdes végétales ([1]), j'ai été conduit, au début, à appliquer la méthode de M. Ritthausen à la séparation des éléments constitutifs du gluten extrait des farines des blés tendres et durs. On sait que ce savant a cru pouvoir scinder ce gluten en quatre principes immédiats, auxquels il a donné les noms de *gluten-caséine, gliadine, mucédine, gluten-fibrine*.

» J'ai été frappé, à ce moment, tant de la lenteur avec laquelle on arrive au résultat cherché, que du peu de netteté des séparations obtenues au moyen de cette méthode, et je me suis attaché immédiatement à la modifier pour obtenir rapidement des quantités notables des produits dont j'avais besoin pour mes expériences.

» J'ai constaté alors que la gluten-caséine et la gluten-fibrine représentent les principes immédiats constitutifs les plus importants du gluten et que ces deux produits diffèrent absolument l'un de l'autre par leurs propriétés physiques.

» La gluten-caséine est une poudre d'un blanc jaunâtre qui, après un contact même prolongé avec l'eau, y conserve son état pulvérulent.

» La gluten-fibrine se présentant, avec une coloration jaune plus prononcée, se soude au contraire sur elle-même et se prend en masse comme la colle forte; en présence de l'eau, elle se comporte absolument comme le ferait un fragment de gélatine.

» J'ai conclu de ces observations, que c'est à la gluten-fibrine que le gluten doit ses propriétés agglutinatives, la gluten-caséine venant lui donner de la solidité et jouant, dans ce cas, le même rôle physique que la matière inerte dans la fabrication d'un mastic résistant.

([1]) *Thèse de Doctorat* (Gauthier-Villars, 1895) et *Comptes rendus*, 1893, 1894 et 1895.

» Pendant que je poursuivais mes recherches, MM. Osborne et Woorhees, aux États-Unis ([1]), arrivaient, par l'emploi de la méthode de M. Ritthausen, à des conclusions analogues aux miennes quant aux propriétés physiques des produits obtenus, mais différentes de celles du précédent auteur en ce que les deux chimistes américains considèrent le gluten comme formé simplement par deux produits : la gluténine (gluten-caséine) et la gliadine (gluten-fibrine).

» En présence des résultats ainsi énoncés, j'ai repris l'étude de la composition immédiate du gluten des farines de blé, et j'ai étendu cette étude aux farines des autres céréales : cette Note est destinée à faire connaître la première partie des résultats que j'ai pu observer dans cette voie.

» Pour cette étude, j'ai modifié, après des observations nouvelles qui seront insérées dans un Mémoire spécial, la méthode qui m'avait servi dès 1891 et j'en ai fait une méthode qui, suivant les besoins, peut être quantitative ou simplement qualitative. C'est en me plaçant d'abord au point de vue qualitatif que j'ai pu, en opérant de la façon suivante, séparer du gluten des farines de blé trois produits bien distincts.

» Le gluten obtenu par malaxage de la pâte sous un courant d'eau est divisé en fragments de la grosseur d'un petit pois et introduit dans un flacon à col droit, bouchant à l'émeri, avec une solution de potasse caustique pure, à 3^{gr} par litre au maximum. On emploie environ un litre de solution pour 200^{gr} de gluten humide et on ajoute en même temps des perles de verre pour faciliter la désagrégation du produit.

» On agite, soit mécaniquement d'une façon continue, soit à la main le plus souvent possible et, lorsque la désagrégation est complète, on ajoute de l'alcool en quantité calculée pour amener la solution à 70° centésimaux. On laisse en contact pendant quelques heures, puis, sans s'occuper du produit que la liqueur tient en suspension, on la sature exactement par l'acide sulfurique étendu. On a ainsi : 1° un précipité de gluten-caséine ou *glutenine* qui tombe rapidement au fond du flacon et qu'on lave plusieurs fois par décantation avec de l'alcool à 70°; 2° une liqueur alcoolique qu'on réunit à l'alcool de lavage et qu'on met de côté.

» Le précipité est repris par une solution de potasse à $\frac{3}{1000}$ dans l'alcool à 70°. On sature la potasse par un excès d'acide carbonique et il reste alors un produit insoluble qui constitue la gluten-caséine ou gluténine. Après l'avoir séparée ainsi de la liqueur alcoolique, on reprend celle-ci, on la sature par l'acide sulfurique étendu et l'on obtient ainsi la précipitation d'une substance qui, par ses propriétés, se rapproche de la *conglutine* du lupin, et à laquelle je propose d'attribuer ce même nom. La conglutine du blé ne forme pas plus de 2 à 8 pour 100 du gluten extrait; elle ne joue donc, dans les propriétés physiques de ce gluten, qu'un rôle tout à fait secondaire et, dans les dosages, il est inutile de la séparer de la gluten-fibrine obtenue.

([1]) *American Chemical Journal*, juin 1893.

» Quant à la liqueur alcoolique mise de côté, évaporée à basse température pour en chasser l'alcool, puis rendue légèrement acide par l'acide sulfurique, elle donne un abondant précipité de gluten-fibrine ou *gliadine,* ainsi que l'ont nommée MM. Osborne et Woorhees.

» De nombreux essais m'ont permis de conclure que les proportions dans lesquelles la gluténine et la gliadine se rencontrent dans le gluten varient, suivant les blés, dans les limites suivantes :

Gluténine...........................	18 à 35 pour 100
Gliadine............................	60 à 80 pour 100

» Ayant ainsi reconnu que la gluténine est un produit pulvérulent à peu près inerte, comme la légumine, que la gliadine est au contraire un produit analogue à la colle forte et éminemment agglutinatif, j'ai pensé que la nécessité de la présence de ces deux composés dans la constitution du gluten recevrait une confirmation irréfutable, si l'un de ces produits ne se rencontrait pas dans les farines des céréales dont le gluten est inextractible par les procédés ordinaires et qui donnent des pains gras et plats d'une digestion difficile.

» Pour vérifier cette hypothèse j'ai dosé d'abord le gluten total sur 5^{gr} de ces farines, après lavage à la benzine, à l'eau et après saccharification de l'amidon par la diastase. Cette méthode, sans être d'une précision absolue, donne cependant des résultats suffisamment rapprochés de la vérité.

» D'autre part, 10^{gr} de chaque farine ont été lavés successivement à la benzine, à l'eau et, après dessiccation, mis en contact avec 250^{cc} de potasse dissoute, à raison de 3^{gr} par litre, dans l'alcool à 70°. On a maintenu en contact pendant dix jours en agitant fréquemment. On a prélevé ensuite 100^{cc} de la liqueur, on les a traités par l'acide carbonique en excès, on a évaporé l'alcool au-dessous de 40° de température et on a précipité la gliadine par l'acide sulfurique. On a pesé, après lavage, le précipité recueilli sur un filtre taré, et on a calculé la quantité obtenue rapportée à 100^{gr} de gluten.

» En opérant ainsi sur des farines de seigle, de maïs, de riz, d'orge et de sarrasin, on a trouvé les résultats énoncés dans le Tableau suivant :

	Gluten pour 100 de farine.	Gliadine pour 100 de gluten.
Seigle	8,26	8,17
Maïs........	10,63	47,50
Riz.........	7,86	14,31
Orge	13,82	15,60
Sarrasin	7,26	13,08

» Ce Tableau montre que, si dans la farine de maïs la quantité de gliadine est encore assez élevée, cette substance existe en proportion très faible dans les farines des autres céréales soumises à l'analyse : dans ces farines, la matière inerte, sous forme de gluténine, est donc en excès par rapport à la matière agglutinative et c'est bien à la diminution de la proportion de gliadine qu'est due l'impossibilité d'extraction du gluten dans les cas que je viens d'examiner.

» Dans une prochaine Communication, je me propose de montrer l'influence qu'exerce, sur les propriétés du gluten des farines de blé, le rapport existant entre les quantités de gluténine et de gliadine, et en tirerai des conclusions sur la valeur boulangère des farines soumises à l'expérience. »

M. **Aug. Coret** adresse une Note relative à une modification apportée par lui, dès 1866, à un marégraphe installé à l'embouchure du Guadalquivir.

Cette modification consiste essentiellement dans l'emploi d'un siphon pour amener l'eau dans le tube contenant le flotteur, et dans l'adjonction d'une petite pompe, à la partie supérieure du siphon, pour extraire, quand cela devient nécessaire, l'air dégagé par l'eau de mer.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juillet 1896.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 7. 25 juillet 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

La distillation des bois, par M. Ernest Barillot, Membre de la Société chimique de Paris, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, Masson et Cie; 1 vol. petit in-8°. (Présenté par M. Troost.)

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. Boule et Verneau. 1896. Tome VII. N° 3. Mai-juin. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Annuaire de la Marine pour 1896. Paris, Berger-Levrault et Cie; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et M. Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 21 juillet 1896. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Les Fourmis. Conférence faite le 28 février 1896, à l'occasion de la réunion générale annuelle de la Société zoologique de France, par M. Charles Janet, Ingénieur des Arts et Manufactures. Paris, 1896; br. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Juillet 1896. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1894-1895. Rouen, Cagniard, 1896.

Die Venus-Durchgänge 1874 *und* 1882. *Bericht über die deutschen Beobachtungen.* Deutsche Beobachtungen VI. Berlin, 1896; 1 vol. in-4°.

Astronomical observations and researches made at Dunsink, the observatory of Trinity College Dublin. Seventh Part. Dublin, 1896; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 aout 1896.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Août 1896. Tome VIII. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Juillet 1896. Paris; 1 vol. gr. in-8°.

De la spermatogénèse chez les Poissons sélaciens, par M. Armand Sabatier, Correspondant de l'Institut. Paris, Bataille et Cie, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Revue scientifique. 1er août 1896. Paris, Chamerot et Renouard, 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie. Tome VI. Fascicules II et III. Paris, 1896; 1 vol. in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale, chirurgicale, obstétricale et pharmaceutique. Directeur scientifique : M. Albert Robin, Membre de l'Académie de Médecine, etc. 30 juillet 1896. Paris, Don, 1 fasc. in-8°.

Statistique sanitaire des villes de France et d'Algérie. Bulletin mensuel. Mars 1896. Melun, Imprimerie administrative; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux. 3e et 4e fasc. 1895. Paris, Masson et Cie. Bordeaux, Feret et fils, 1896; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique. Tome XXIII, 1[re] livr. Liége, Vaillant-Carmanne, 1895-1896; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'observatoire astronomique de Moscou, publiées sous la direction de M. le Prof. D[r] W. Ceraski. Deuxième série. Volume III. Livraison II. Moscou, Levenson, 1896; 1 vol. in-4°.

Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. I à XXIII. Berlin, 1896; 15 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AOUT 1896.

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel expose à l'Académie les résultats obtenus jusqu'à ce jour au sujet de la SOUSCRIPTION DESTINÉE A ÉLEVER UN MONUMENT A LAVOISIER.

« L'Académie se rappelle que, dans l'année 1894, elle a décidé de prendre sous son patronage une Souscription internationale pour élever un monument à Lavoisier, mort cent ans auparavant. Une Commission générale, composée de membres de l'Institut et de représentants du Gouvernement, du Conseil municipal de Paris et de divers Corps scientifiques, a été constituée.

» Un Comité spécial, composé de

MM. Lœwy, Président annuel de l'Académie des Sciences;
Bertrand et Berthelot, Secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences;
Chauveau, Dehérain, Moissan et Grimaux, Membres de la même Académie,

a été chargé d'organiser cette Souscription.

» M. Moissan a été nommé Secrétaire du Comité et il s'est occupé, depuis cette époque, avec beaucoup de zèle et d'activité, de la Souscription.

» M. Gauthier-Villars a bien voulu accepter les fonctions de Trésorier.

» Ce Comité a adressé, au nom de l'Institut, une lettre imprimée aux Présidents et Doyens des diverses Sociétés scientifiques, Universités et Facultés de France et de l'Étranger.

» Nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les premiers résultats de la Souscription. Elle a reçu un très favorable accueil, tant en France qu'à l'Étranger, et notre premier devoir est d'adresser des remercîments aux Comités et aux personnes qui ont bien voulu concourir à cette œuvre de glorification de la Science et de l'un de ses enfants les plus illustres.

» La liste des souscriptions encaissées jusqu'à ce jour va être distribuée, sous forme d'un fascicule séparé, aux abonnés des *Comptes rendus de l'Académie*, dans le numéro consacré à la présente séance.

» Nous avons reproduit les souscriptions sous la forme même où elles nous ont été transmises, c'est-à-dire sous une forme individuelle et sous une forme collective. Certains corps nous ont adressé leur souscription en bloc et sans détails; nous la publions telle quelle. D'autres corps ont joint au chiffre total l'indication détaillée des souscriptions personnelles; nous les avons reproduites exactement.

» Voici les résultats les plus généraux :

» L'Académie des Sciences a donné à titre collectif la somme de 2000fr. En outre les Membres de l'Institut ont fourni individuellement des sommes dont le total monte à 4190fr.

	fr
L'Académie de Clermont-Ferrand	4239,45
» de Dijon	725,00
» de Montpellier	165,00
» d'Aix	375,45

	fr
La Faculté de Marseille	238,50
La Faculté des Sciences de Caen	158,00
» » Grenoble	707,30
» » Nancy	464,95
Les élèves de l'École de Pharmacie	355,80
L'Association des anciens élèves de l'École Lavoisier	100,00
» » » de Physique et Chimie.	51,50
Le Syndicat central des chimistes et essayeurs de France	3226,00
Divers lycées et collèges	687,00
Écoles normales primaires et instituteurs	413,00
Compagnie du gaz, à Paris	500,00
Compagnie des Glaces de Saint-Gobain	500,00
Solvay et Cie	500,00
Souscriptions recueillies à Saint-Étienne par M. Grand'Eury, correspondant de l'Académie	2119,00
Ville de Blois	500,00
Ville de Clermont-Ferrand	100,00
Chambre de Commerce de Rouen	100,00
Souscriptions recueillies dans le département de l'Aube par M. Pigeon, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon	448,45

Alsace.

Société industrielle de Mulhouse	750,00
Souscriptions individuelles	1725,00

Allemagne.

Souscriptions transmises par M. Fresenius, professeur de Chimie, à Wiesbaden	3977,35

Angleterre.

Société Royale de Londres	250,00
M. Lister, président de la Société Royale	250,00
Société chimique de Londres	625,00
Société de l'industrie chimique de Londres	262,55
Université et Faculté de Médecine de Durham	380,00
Société de Physique de Londres	125,00
Société Royale de Dublin	500,00
Trinity College, à Dublin	676,85
Cambridge Philosophical Society	175,00

Autriche-Hongrie.

Université de Buda-Pest	100,00
Facultés des Sciences et de Médecine de Kolozsvar	156,40

Belgique.

	fr
Souscription recueillie par M. L. Henry à l'Université catholique de Louvain	415,50
Souscription de divers savants	230,00

États-Unis d'Amérique.

Souscription recueillie par M. Hinrichs	250,00
Souscription de divers savants	250,00

Grèce.

Université d'Athènes	173,50

Italie.

Comité de Rome	1028,40

Mexique.

Société Antonio Alzate à Mexico	100,00

Pays-Bas.

Souscription recueillie par M. Van t'Hoff	794,00
Souscription de divers savants	166,00

Portugal.

Société des Sciences médicales de Lisbonne	87,70
Élèves de l'École polytechnique de Lisbonne	48,25
Institut industriel de Lisbonne	65,80
Laboratoire municipal de Porto	63,87
Laboratoire de M. Ferreira da Silva	220,48
Institut industriel de Porto	105,72

Roumanie.

Académie de Bucarest	100,00
Divers savants	254,00

Serbie.

Académie royale	1000,00

Suède et Norvége.

Souscription recueillie par l'Académie des Sciences, à Stockholm, sous la direction de M. Nordenskiold	2104,16

Suisse.

Polytechnicum de Zurich	fr 315,00
Université de Zurich	120,00
Souscription recueillie par M. Kronecker, de Berne	250,00
Université de Genève	183,00

» La somme recueillie dès à présent s'élève à 47 553fr,30. Mais la souscription continue et nous avons déjà les promesses de concours nouveaux et considérables. Le Ministre de l'Instruction publique a promis une première souscription de 6000fr. Nous avons des raisons de compter également sur le concours de la Ville de Paris.

» Le général de Tillo, notre Correspondant, nous a annoncé que S. M. l'Empereur de Russie avait bien voulu autoriser l'ouverture de la Souscription Lavoisier dans ses États et s'inscrire en tête de la liste pour une somme de 2000 roubles.

» Tels sont les résultats obtenus jusqu'à ce jour. Ils nous mettent en mesure de procéder à un commencement d'exécution, et nous espérons pouvoir inaugurer le monument d'ici une époque assez rapprochée : nous en avons confié le soin à M. Barrias, sculpteur, Membre de l'Institut. Nous aurons l'honneur de publier, bientôt, une seconde liste de souscription et nous tiendrons l'Académie au courant de l'exécution de l'œuvre qu'elle a pris sous son patronage. » M. B.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur l'acide cyanique;* par M. **Berthelot**.

« 1. La chaleur de formation de l'acide cyanique dissous dans l'eau et sa chaleur de neutralisation par les bases n'ont pas encore été mesurées, en raison de la transformation rapide des dissolutions de cet acide. Cependant j'ai réussi, il y a vingt ans, à déterminer la chaleur de formation du cyanate de potasse par les éléments, en le dissolvant dans l'eau et en traitant la liqueur par l'acide chlorhydrique : ce qui donne lieu à diverses réactions, aboutissant à un état final, tel que la liqueur renferme du chlorure de potassium, du chlorhydrate d'ammoniaque et de l'acide carbonique.

» En étudiant de plus près la succession de ces réactions, j'ai pensé que l'on pouvait en déduire la chaleur même de neutralisation de l'acide cyanique et, par suite, sa chaleur de formation dans l'état dissous.

» 2. Je me suis appuyé sur ce fait bien connu, que les acides faibles combinés aux bases alcalines, à l'état de sels dissous, sont déplacés immédiatement, en totalité ou sensiblement, par les acides forts : ce qui arrive très généralement dans les cas où il ne se forme pas de sels acides. Ceci étant admis, on peut calculer la différence des chaleurs de neutralisation. Pour que le calcul soit tout à fait rigoureux, il serait nécessaire d'opérer dans le calorimètre par la méthode réciproque, c'est-à-dire en opposant tour à tour chacun des deux acides au sel potassique (ou sodique) de l'autre, dans des conditions identiques de dilution et de température. Mais un acide faible ne produit, en général, que des effets thermiques très petits, en agissant sur le sel potassique d'un acide fort, et l'on peut négliger ces effets dans une première approximation. La remarque est essentielle, quand il s'agit d'un acide instable dans sa dissolution aqueuse, et que l'on ne peut, dès lors, opposer au sel potassique de l'acide fort.

» Ceci étant admis, faisons agir divers acides étendus sur le cyanate de potasse dissous : le premier effet de leur action sera de déplacer l'acide cyanique, qui se transformera ensuite. Il s'agit de saisir à l'aide du thermomètre ce premier effet, c'est-à-dire la mise en liberté de l'acide cyanique, et de le distinguer des transformations consécutives.

» 3. En conséquence, j'ai pris $81^{gr},1$ de cyanate de potasse, CAzKO, pur et bien cristallisé, je les ai dissous dans un volume d'eau tel que la liqueur occupât 2^{lit}. J'ai pris ensuite 300^{cc} de cette liqueur, que j'ai mélangés, à 23°, avec 300^{cc} d'acide chlorhydrique ($HCl = 2^{lit}$); de même, avec 300^{cc} d'acide acétique ($C^2H^4O^2 = 2^{lit}$); de même, avec une dose équivalente d'acide borique ($B^2O^3 = 6^{lit}$). J'ai observé la marche du thermomètre, en m'attachant surtout au premier effet.

» I. Celui-ci a pu être observé distinctement, au bout d'une demi-minute à une minute, avec l'acide acétique. La réaction suivante, au bout de ce temps,

$$\text{CAzKO dissous} + C^2H^4O^2 \text{ dissous} = \text{CAzHO dissous} + C^2H^3KO^2 \text{ dissous}$$

répondrait à $+ 1^{Cal},05$.

» Pendant la minute suivante, il s'est dégagé seulement $+ 0^{Cal},4$; pendant la troisième minute $+ 1^{Cal},1$, etc. Ces dégagements consécutifs résultent évidemment de réactions étrangères au déplacement même de l'acide cyanique par l'acide acétique. En admettant que le premier dégagement réponde uniquement (ou principalement) au déplacement de

l'acide cyanique, la chaleur de neutralisation de ce dernier sera égale à

$$+13,3-1,05=+12^{\text{Cal}},25.$$

» II. L'expérience similaire, faite avec l'acide chlorhydrique, a produit une transformation beaucoup plus rapide qu'avec l'acide acétique, et telle qu'il n'a pas été possible d'y saisir l'indice certain d'une distinction entre le simple déplacement et la décomposition consécutive. Cependant, calculée telle quelle, elle fournirait pour le déplacement une valeur comprise entre 1^{Cal} et 2^{Cal}; c'est-à-dire pour la chaleur de neutralisation un chiffre compris entre 11^{Cal} et 12^{Cal}.

» III. L'acide borique, au contraire, n'a déterminé aucune réaction sensible avec le cyanate de potasse. La température du mélange a été trouvée $+22°,420$, au lieu de $+22,421$ calculée, et cette température est demeurée ensuite invariable (sauf les effets très petits du refroidissement normal).

» Cette absence de réaction paraît indiquer que l'acide borique ne déplace pas l'acide cyanique, le cyanate de potasse conservant en sa présence la même stabilité qu'en présence de l'eau pure. Si l'on observe que

B^2O^3 dissous + KOH dissoute, en présence de 300 H^2O, dégage.. $+11^{\text{Cal}},6$,

on est autorisé à admettre que la chaleur de neutralisation de l'acide cyanique dissous par la potasse dissoute surpasse cette dernière valeur : ce qui est conforme au résultat observé avec l'acide acétique.

» 4. Nous admettrons donc, comme valeur approchée,

CAzHO dissous + KOH dissoute = CAzKO dissous + H^2O... $+12^{\text{Cal}},2$

» 5. On déduit de là, à l'aide d'un calcul facile, la chaleur de formation de l'acide cyanique par les éléments

C + Az + H + O + Eau = CAzHO dissous .... $+37^{\text{Cal}},0$
CyH dissous + O = CyHO diss........................... $+61^{\text{Cal}},4$

» La transformation de l'acide cyanique dissous en bicarbonate d'ammoniaque dissous,

CAzHO dissous + $2H^2O$ = $C^2O^4.H^2O.AzH^3$ dissous dégage.. $+24^{\text{Cal}},0$

relation qu'il convient de rapprocher de la chaleur d'hydratation des nitrites. Elle explique la grande instabilité de l'acide cyanique en présence de l'eau.

» 6. Cherchons maintenant à évaluer la chaleur de formation du cya-

nate d'ammoniaque dissous, et, par suite, sa chaleur de transformation en urée.

» Pour y parvenir, je me suis appuyé sur une relation générale, déduite de mes expériences (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4ᵉ série, t. XXIX, p. 503; 1873), d'après laquelle les sels de potasse (et de soude) des acides faibles, étant mis en dissolution, en présence des sels ammoniacaux des acides forts, sont décomposés immédiatement, avec formation du sel le plus stable possible, c'est-à-dire du sel potassique (ou sodique) de l'acide fort. Cette décomposition se traduit par une absorption de chaleur, égale à l'excès de la différence entre les chaleurs de neutralisation mesurées des sels potassique et ammoniacal de l'acide fort, sur la différence semblable mesurée pour les sels de l'acide faible. Par exemple, entre les chaleurs de neutralisation de l'acide chlorhydrique par la potasse et l'ammoniaque, la différence est égale à $+1^{Cal},3$; entre les chaleurs de neutralisation des mêmes bases par l'acide carbonique, la différence s'élève à $+4^{Cal},4$. D'où résulte un excès de $3^{Cal},1$. Or, telle est précisément, en fait, la chaleur absorbée, lorsqu'on mélange à équivalents égaux une solution de carbonate de potasse, soit avec le chlorhydrate d'ammoniaque, soit avec l'azotate d'ammoniaque, soit avec le sulfate, soit même avec l'acétate d'ammoniaque.

» Ceci étant posé, j'ai fait l'expérience suivante avec le cyanate de potasse et le chlorhydrate d'ammoniaque :

$$CAzKO(1\text{ éq.} = 2^{lit}) + AzH^3.HCl(1\text{ éq.} = 2^{lit})\text{ absorbe : } -0,2.$$

» Cette absorption est minime et de l'ordre de grandeur de celles que l'on observe lorsqu'on mélange les solutions des sels stables. Pour en compléter le sens, il faudrait faire l'essai réciproque entre le cyanate d'ammoniaque dissous et le chlorure de potassium; ce qui n'est guère praticable.

» En tout cas, on peut en conclure que la différence entre les chaleurs de neutralisation de l'acide cyanique dissous par la potasse et par l'ammoniaque est voisine de la valeur 1,3 relative à l'acide chlorhydrique. Tout au plus pourrait-on la porter à 1,5.

» De là résulte pour la chaleur de combinaison de l'acide cyanique dissous avec l'ammoniaque

$$CAzHO\text{ dissous} + AzH^3\text{ dissoute} = CAzHO.AzH^3\text{ dissous : } +10^{Cal},7,$$

» On en conclut la chaleur de formation du cyanate d'ammoniaque dissous par les éléments.

$$C + Az^2 + H^4 + O + \text{eau} = CAzHO.AzH^3\text{ dissous : } +68^{Cal},9.$$

» Or la chaleur de formation de l'urée dissoute par les éléments, d'après les expériences que nous avons faites, M. Petit et moi (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XX, p. 16) était

pour CH^4Az^2O dissoute : $+ 77^{Cal},2$;

il en résulte que le changement du cyanate d'ammoniaque en urée, dans l'état de dissolution, dégage $+ 8^{Cal},3$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la volatilité de l'acide lévulique*; par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« Nos études sur la végétation nous ayant ramenés à l'étude des dédoublements des hydrates de carbone, nous avons été conduits à examiner spécialement l'acide lévulique, $C^5H^8O^3$, l'un des produits les plus simples de ces dédoublements :

$$C^6H^{12}O^6 = C^5H^8O^3 + CH^2O^2 + H^2O.$$

» Nous avons observé divers faits, essentiels à connaître dans l'ordre de nos analyses, et qui concernent la volatilité apparente de ce corps. Nous avons opéré avec un acide rectifié de nouveau, bien cristallisé, très pur d'après son analyse et ses propriétés.

» Le point d'ébullition de l'acide lévulique est indiqué à 239° : ce qui répondrait, d'après les analogies, à une tension de vapeur nulle, ou excessivement petite, à la température ordinaire. Un essai, fait vers 100°, semble confirmer cette induction. En effet, 1^{gr} d'acide lévulique, dissous dans 50^{gr} d'eau et évaporé à sec au bain-marie, au bout de quelques heures, a perdu seulement 1 centième de son poids : ce qui montre qu'il n'est entraîné par la vapeur d'eau qu'en faible proportion.

» Ce produit a été placé dans une cloche, au-dessus de gros morceaux de chaux vive, et l'on a fait le vide à quelques millimètres. On a pesé la matière tous les deux jours. Chaque fois, on prenait soin de laisser rentrer lentement dans la cloche de l'air absolument sec; puis, la cloche étant détachée, on plaçait aussitôt la capsule qui contenait l'acide lévulique dans un appareil de verre complètement clos : la durée de ces opérations ne surpassait pas quelques secondes, de façon à prévenir l'absorption de l'humidité atmosphérique. On pesait le tout; on replaçait la capsule sous la cloche avec les mêmes précautions, et l'on refaisait le vide. En

opérant ainsi, nous avons trouvé que l'acide perdait continuellement de poids, à peu près proportionnellement au temps. Au bout de 14 jours, la perte s'élevait à 9 centièmes.

» Le résidu, brûlé dans un tube à combustion, a fourni

		Composition initiale.
C......	51,07	51,72
H......	6,96	6,89

» On reviendra tout à l'heure sur cette analyse.

» L'expérience a été reproduite à une température ambiante un peu plus élevée (juin-juillet 1896). On a opéré sur quatre échantillons : deux placés dans le vide, l'un sur la chaux vive, l'autre sur l'acide sulfurique concentré; deux autres, à la pression atmosphérique, avec les mêmes agents dessiccateurs.

» L'acide lévulique s'est également volatilisé, beaucoup plus lentement sous la pression atmosphérique que dans le vide (sans doute à cause de la vitesse inégale de la diffusion des vapeurs), et sensiblement plus vite, dans le vide, en présence de l'acide sulfurique qu'en présence de la chaux vive (sans doute à cause de l'absorption plus rapide des vapeurs par le premier agent).

» Voici quelques nombres. Sur 100 parties initiales, on a retrouvé :

	Vide		Pression ordinaire	
	SO^4H^2.	Ca O.	SO^4H^2.	Ca O.
Après 2 jours.....	98,65	99,11	99,63	99,75
» 27 »	78,94	83,04	98,1	98,0
» 59 »	45,05	63,79	97,4	96,8

» L'analyse des produits restants est surtout digne de remarque. Ces produits sont cristallisés, mais en apparence partiellement liquéfiés. Ils renfermaient

	Vide	
	SO^4H^2.	Ca O.
C........................	50,10	50,77
H........................	7,09	6,98

» Les trois analyses que nous venons d'exposer concordent à montrer que le produit volatilisé n'avait pas la même composition que le produit resté dans la capsule : ce dernier, préparé sur la chaux, renfermait 1,62 de carbone en moins et 0,20 d'hydrogène de plus.

» Préparé sur SO^4H^2, il renfermait 0,95 de carbone en moins; 0,09 d'hydrogène en plus. La différence était déjà marquée dans le même sens au bout de 14 jours.

» Ces résultats répondraient aux rapports suivants :

Avec CaO.	$C^5H^8O^3 + \frac{1}{4}H^2O$
Avec SO^4H^2.	$C^5H^8O^3 + \frac{1}{7}H^2O$

» En d'autres termes, l'acide lévulique tend à se partager en deux portions d'inégale composition. La portion la plus volatile, formant à peu près la moitié du produit total, répond à $C^5H^8O^3 - \frac{1}{4}H^2O$, avec l'acide sulfurique; c'est, si l'on veut, un mélange d'une partie de l'anhydride connu, $C^5H^6O^2$, et de trois parties de l'acide, $C^5H^8O^3$, mélange qui se serait volatilisé, en réalité, à la température ordinaire.

» Mais la composition du résidu n'est pas moins remarquable. En effet, l'eau excédante qu'il renferme ne saurait être regardée comme chimiquement libre; car, dans ce cas, l'acide sulfurique et la chaux auraient dû l'absorber, de préférence même à l'acide lévulique. On doit admettre que cette eau est en réalité entrée en combinaison et qu'elle tend à former un acide $C^5H^{10}O^4$ (dioxyvalérique). Cet acide d'ailleurs, de même que l'acide lévulique, est un acide acétonique, et de tels acides ont une tendance bien connue à éprouver une déshydratation partielle.

» L'acide lévulique représenterait le premier anhydride, lactone ou olide, de cet acide dioxyvalérique : anhydride doué lui-même de propriétés acides et susceptible de fournir un second anhydride ou olide, $C^5H^6O^2$. C'est ici le lieu de rappeler que l'acide glyoxylique a été regardé tantôt comme répondant à la formule d'un acide dioxyacétique, $C^2H^4O^4$, tantôt comme répondant à la formule $C^2H^2O^3$. Les analyses que nous en avons faites avec M. Matignon (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXVIII, p. 140) répondaient à

$$C^2H^2O^3 + 0,787\,H^2O.$$

c'est-à-dire à un acide partiellement déshydraté. Nos recherches sur l'acide humique (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXV, p. 371, 410) ont mis en évidence des résultats du même ordre. Ils sont susceptibles d'offrir une grande importance dans les phénomènes de la végétation. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les réactions exercées à froid entre l'acide phosphorique et l'éther, en présence de l'eau. — Coefficients de partage.* Note de MM. **Berthelot** et **G. André**.

« 1. L'étude de la réaction des acides et celle de l'acide phosphorique en particulier, sur les sucres, nous a conduits à l'emploi des coefficients de partage entre l'eau et l'éther, pour définir et doser les produits de cette réaction : conformément à la méthode générale, découverte par l'un de nous, pour la définition des corps dissous, d'après les lois qui président à leur partage entre deux dissolvants [*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 396 (en commun avec M. Jungfleisch) et 408; 1872].

» En cherchant à définir ces coefficients pour l'acide phosphorique, nous avons observé des faits intéressants, qui témoignent de la formation de certains composés secondaires entre cet acide et l'éther, et qui méritent d'être signalés, en raison de l'existence de phénomènes analogues avec beaucoup d'autres corps.

» 2. Exposons d'abord les observations faites avec des dissolutions suffisamment étendues pour qu'il n'y ait lieu d'en envisager que les deux dissolvants. Nous avons pris une liqueur renfermant 40^{gr} environ d'acide phosphorique réel, PH^3O^4, dissous dans une quantité d'eau telle que le volume total s'élevât à 420^{cc}, c'est-à-dire représentant un acide dissous dans 11 fois son poids d'eau.

» L'éther destiné aux essais doit être soigneusement débarrassé d'alcool, la présence de ce dernier faisant intervenir un quatrième corps dans les questions de partage et les troublant profondément. Après lavages réitérés à l'eau et dessiccation par la chaux vive, on rectifie l'éther à température fixe. Puis on le lave de nouveau; ce qui a en outre pour résultat de le saturer d'eau, de façon à l'empêcher d'enlever une partie de ce composé à la dissolution.

» Cela fait, on place un volume déterminé de la dissolution d'acide phosphorique, 30^{cc} par exemple, dans un long tube gradué, permettant d'apprécier le dixième de centimètre cube. On y ajoute un volume d'éther déterminé, égal au volume de la solution aqueuse, ou à la moitié de ce volume par exemple. On bouche le tube, on agite vivement pendant un temps suffisant, puis on sépare l'éther avec soin, en évitant toute évaporation. On en prend un volume bien déterminé. On le verse dans un vase à

précipité, contenant une certaine dose d'eau, et l'on dose l'acide phosphorique à l'aide d'une solution de potasse au titre convenable ($\frac{1}{20}$ d'équivalent par litre) et en employant comme colorant la phtaléine. On divise le poids ainsi obtenu par le volume de l'éther employé dans l'analyse : ce qui donne le poids d'acide contenu dans un centimètre cube.

» D'autre part, on prélève sur la liqueur aqueuse surnagée par l'éther (et saturée de ce corps) 5^{cc} que l'on étend avec de l'eau, de façon à former 50^{cc}. On prend 10^{cc} de ce mélange que l'on titre avec une solution de potasse, convenablement concentrée.

» On déduit du résultat le poids d'acide phosphorique contenu dans 1^{cc} de la liqueur aqueuse primitive. Le rapport entre ce poids et celui qui était renfermé dans 1^{cc} d'éther constitue le coefficient de partage, relatif à la concentration employée.

» On reprend alors ce qui reste de la liqueur aqueuse déjà traitée par l'éther et on l'agite une seconde fois avec un nouveau volume du même éther, etc. ; ce qui fournit une seconde valeur du coefficient de partage. La concentration n'ayant pas été modifiée sensiblement, en raison de la faible quantité d'acide phosphorique enlevée par le premier traitement, ce coefficient se rapporte à des données sensiblement identiques au premier. De même, une troisième fois, etc.

» La liqueur aqueuse saturée d'éther contenait, en définitive, dans

1^{cc} .... $0^{gr},0886$ PH^3O^4

» La liqueur éthérée dans

1^{cc} .... $0^{gr},00033$ PH^3O^4

» Ce dernier dosage, en raison de la petitesse des chiffres observés, doit être regardé seulement comme approximatif. Le coefficient de partage qui en résulterait serait $\frac{1}{2700}$.

» Dans une autre opération faite avec une solution acide cinq fois aussi concentrée, on a obtenu

Liqueur aqueuse..................	$1^{cc} = 0^{gr},434$
Liqueur éthérée..................	$1^{cc} = 0^{gr},00015$
Coefficient de partage.............	$\frac{1}{2900}$

» En résumé, à partir de $0^{gr},434$ par centimètre cube, une solution aqueuse d'acide phosphorique ne cède à l'éther avec lequel on l'agite qu'une dose d'acide insignifiante.

» Réciproquement, une dissolution éthérée d'acide phosphorique renfermant une dose considérable de cet acide, telle que celles qui vont être signalées, étant agitée avec son volume d'eau, lui abandonne sensiblement en totalité l'acide phosphorique qu'elle contient.

» Je rappellerai que j'ai déjà observé des résultats analogues avec l'acide chlorhydrique étendu et avec l'acide sulfurique étendu; tandis que l'acide azotique étendu est enlevé par l'éther à l'eau en dose plus notable.

» En raison de ces propriétés, on peut doser par la méthode des deux dissolvants un acide organique, tel que l'acide acétique ou l'acide lévulique, susceptible d'être enlevé par l'éther à l'eau en dose considérable, même s'il est mélangé avec les acides phosphorique, chlorhydrique, sulfurique; à la condition, bien entendu, que l'on opère sur une liqueur étendue et renfermant un seul acide organique.

» Dans les cas de ce genre, on commence par agiter la liqueur avec son volume d'éther; on décante l'éther, puis on l'agite à son tour avec son volume d'eau (ou la moitié, selon les cas). Il est clair que c'est seulement dans le cours de cette seconde opération que l'on peut déterminer le coefficient de partage, l'acide minéral étant éliminé, ou sensiblement, par la première opération.

» Nous venons de définir le coefficient de partage entre l'eau et l'éther, relatif à l'acide phosphorique, par des liqueurs étendues. Mais nous avons observé, non sans surprise, que les choses se passent tout autrement avec l'acide phosphorique pur, ou très concentré.

» Si l'on opère avec un semblable acide phosphorique *liquide*, et si on l'agite avec son volume d'éther, ou davantage, les deux liqueurs se mélangent complètement, avec un vif dégagement de chaleur, qui fait bouillir et distiller l'éther; il se forme ainsi une véritable combinaison, peu stable d'ailleurs. On peut ajouter ensuite de l'éther en proportion quelconque, sans qu'il se sépare de l'eau. Si l'on ajoute au contraire de l'eau, par fractions successives, cette eau se dissout d'abord entièrement par l'agitation. Mais, à un certain moment, il se sépare une légère couche éthérée, riche cette fois en acide phosphorique et répondant à un coefficient de partage considérable, quoique non dosable avec précision, à cause de la faiblesse de la couche éthérée. Une nouvelle addition d'eau, en petite quantité, donne lieu à une nouvelle séparation d'une couche éthérée, plus notable et bien moins riche en acide, mais qui répondrait à un coefficient de partage très sensible, par exemple, soit $\frac{1}{20}$ dans une expérience.

» Une troisième addition d'eau détermine une troisième séparation

d'éther, de plus en plus pauvre en acide, et ainsi de suite ; jusqu'à ce que l'on soit revenu aux dilutions définies ci-dessus et au coefficient de partage normal.

» Les liqueurs successives ainsi obtenues ne sauraient être assimilées à de simples solutions aqueuses d'acide phosphorique. Ce sont en réalité des liquides complexes, renfermant à la fois de l'eau, de l'acide phosphorique et une combinaison spéciale d'acide phosphorique et d'éther, susceptible d'être décomposée progressivement, mais complètement, ou à peu près, par les additions successives de l'eau.

» Cette combinaison d'ailleurs n'est pas de l'ordre des composés éthyliques proprement dits. En effet, si l'on sature à froid le mélange d'éther et d'acide phosphorique par du carbonate de baryte précipité et humide, puis si l'on ajoute de l'eau et si l'on filtre, l'évaporation ne fournit que des traces d'éthylphosphate barytique.

» Ces faits ont été observés avec l'acide phosphorique normal. L'acide métaphosphorique, même pur, c'est-à-dire privé d'eau excédante, PHO^3 est complètement insoluble dans l'éther.

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus lors d'une expérience relative à la précipitation successive de l'éther par l'eau, dans un mélange d'acide phosphorique et d'éther, vers 22°.

» I. $PH^3O^4 = 15^{gr}$ + eau $= 2^{gr}$; $v = 10^{cc}$. — On ajoute 21^{cc} d'éther saturé d'eau, et l'on mélange peu à peu, en refroidissant le tout avec de l'eau. Le volume total, après agitation, est $28^{cc},8$. Il se sépare une mince couche éthérée ($0^{cc},2$ environ). Il y a une contraction de $2^{cc},2$.

» On ajoute encore $8^{cc},2$ d'éther, ce qui rend le liquide homogène, sous un volume de 37^{cc}. On y verse successivement 3^{cc} d'eau. Après agitation, la liqueur redevient homogène. Elle renferme maintenant : $PH^3O^4 = 15^{gr}$; eau $= 5^{gr}$; éther $= 29^{cc},2$, soit dans 1^{cc} : $PH^3O^4 = 0^{gr},375$.

» Rapports moléculaires : $PH^3O^4 + 1,82\,H^2O + 1,82\,C^4H^{10}O$.

» L'addition de 1^{cc} d'eau donne lieu à une séparation de $0^{cc},5$ d'éther : volume insuffisant pour les analyses. On ajoute encore 1^{cc} d'eau, ce qui produit une séparation totale de $4^{cc},6$ d'éther.

» A ce moment

1^{cc} de la couche aqueuse renferme : PH^3O^4....	$0^{gr},391$
1^{cc} de la couche éthérée....................	$0^{gr},0193$
Rapport ou coefficient de partage...........	$0^{gr},049$

» II. La liqueur aqueuse restante, après enlèvement de l'éther et après les prélèvements exigés par le dosage, occupait $31^{cc},6$; lesquels contenaient, d'après le calcul,

$$PH^3O^8 = 12^{gr},44 + \text{eau} = 6^{cc},1 + \text{éther} = 21^{cc},3.$$

» Rapports moléculaires : $PH^3O^4 + 2,65\,H^2O + 1,61\,C^4H^{10}O$.

» On ajoute 1^{cc} d'eau. Il se sépare $4^{cc},0$ d'éther.

1^{cc} de la couche aqueuse renferme : PH^3O^4...	$0^{gr},4506$
1^{cc} de la couche éthérée....................	$0^{gr},0246$
Coefficient de partage..................	0,054

» III. La liqueur aqueuse restante, après prélèvement, occupait $23^{cc},6$; lesquels contenaient d'après le calcul,

$$PH^3O^8 = 10^{gr},72 + \text{eau} = 5^{cc},9 + \text{éther} = 14^{cc},3.$$

» Rapports moléculaires : $PH^3O^4 + 3,0H^2O + 1,24C^4H^{10}O$.

» On ajoute 1^{cc} d'eau. Il se sépare $3^{cc},6$ d'éther.

1^{cc} de la couche aqueuse renferme : PH^3O^4...	$0^{gr},4934$
1^{cc} de la couche éthérée..................	$0^{gr},138$
Coefficient de partage..................	0,028

» IV. La liqueur restante, après prélèvement, occupait $16^{cc},2$; lesquels contenaient, d'après le calcul,

$$PH^3O^8 = 7^{gr},99 + \text{eau} = 5^{cc},5 + \text{éther} = 8^{cc},2.$$

» Rapports moléculaires : $PH^3O^4 + 3,74H^2O + 0,97C^4H^{10}O$.

» On ajoute 1^{cc} d'eau. Il se sépare $3^{cc},4$ d'éther.

1^{cc} de la couche aqueuse renferme : PH^3O^4...	$0^{gr},5775$
1^{cc} de la couche éthérée....................	$0^{gr},0132$
Coefficient de partage..................	0,023

» V. La liqueur aqueuse restante occupait $8^{cc},4$; lesquels contenaient, d'après le calcul,

$$PH^3O^8 = 5^{gr},658 + \text{eau} = 4^{cc},3 + \text{éther} = 3^{cc},2.$$

» Rapports moléculaires : $PH^3O^4 + 7,5H^2O + 0,39C^4H^{10}O$.

» On ajoute 2^{cc} d'eau. Il se sépare $1^{cc},8$ d'éther.

1^{cc} de la liqueur aqueuse renferme : PH^3O^4...	$0^{gr},550$
1^{cc} de la liqueur éthérée....................	$0^{gr},0030$
Coefficient de partage.......	0,006

» Le volume total de l'éther introduit étant $29^{cc},3$, le volume isolé par les précipitations successives qui viennent d'être décrites représente $27^{cc},8$ et la liqueur en contient encore $0^{cc},5$: en tout $28^{cc},3$.

» La perte, soit $0^{cc},9$, est minime, dans un essai de ce genre, après des manipulations aussi multipliées. Sa petitesse montre que l'éther n'avait, dans sa partie principale, contracté aucune combinaison stable.

» Les équilibres complexes qui se produisent dans de semblables systèmes répondraient à une fonction de quatre variables; au lieu de trois, qui

répondent au cas ordinaire. Ces équilibres se traduisent par la marche du coefficient de partage.

» Au début, ce coefficient semble passer par un maximum; puis il décroît, de façon à se rapprocher de plus en plus du faible coefficient observé avec l'eau pure.

» Dans la série qui vient d'être décrite, les liqueurs aqueuses deviennent de plus en plus riches en acide phosphorique, sauf la dernière, parce que le volume de l'eau ajoutée est plus petit que celui de l'éther précipité.

» Enfin, dans la dernière liqueur, la dose de l'acide phosphorique ($0^{gr},55$ pour 1^{cc}) n'est pas fort éloignée de la dose ($0^{gr},434$), pour laquelle le coefficient a pris sa valeur normale. Cette dernière liqueur est telle que 1^{cc} renferme $0^{gr},434$ $PH^3O^4 + 0^{gr},842$ eau; rapports pondéraux voisins de 1 : 2 : ce qui répond en molécules à $PH^3O^4 + 10,5H^2O$. On voit par là que la petitesse extrême du coefficient de partage de l'acide phosphorique entre l'eau et l'éther est généralement applicable dans les recherches analytiques, où l'on opère sur des liqueurs plus étendues. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Marcellin Langlois** adresse, comme suite à ses précédentes Communications sur la Thermochimie, deux nouveaux Mémoires (Acides et Sels oxygénés, suite).

(Commissaires précédemment nommés : MM. Friedel, Sarrau, Potier.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les photographies lunaires offertes à l'Académie par M.* **Weinek**, *directeur de l'observatoire de Prague*. Note présentée par M. Lœwy.

« On sait que, depuis plusieurs années, le Dr Weinek a entrepris de reproduire, sous une forme très maniable et très avantageuse pour l'étude, les clichés de la Lune, successivement obtenus à l'observatoire Lick et à l'Observatoire de Paris. Plusieurs fois déjà, nous avons eu occasion de

mettre sous les yeux de l'Académie d'importantes collections d'agrandissements sur papier, exécutés avec une très grande habileté par le Dr Weinek et qui lui ont permis de signaler de nombreux objets qui ont échappé à l'attention des sélénographes.

» La série que nous avons aujourd'hui entre les mains marque encore un progrès nouveau réalisé dans cette voie. On remarquera, en effet, que la netteté des bords des images est, cette fois, presque égale à celle du centre. Quelques-uns des sujets représentés sont empruntés aux clichés de l'observatoire de Lick, mais le plus grand nombre sont des agrandissements partiels de deux clichés obtenus à l'Observatoire de Paris le 5 et le 6 mars 1895.

» Sans doute dans le but de conserver à son œuvre un caractère d'unité, le Dr Weinek a continué à se servir du procédé d'impression photogénique sur papier aux sels d'argent. Cette méthode laborieuse, appliquée dans certaines conditions, assure d'ailleurs une finesse extrême et permet de reproduire non seulement les détails les plus ténus enregistrés sur l'épreuve originale, mais aussi le grain de la couche sensible. La dimension des feuilles a été limitée à 24^{cm} sur 30^{cm}, et l'amplification choisie varie entre 20 fois et 24 fois, donnant ainsi au disque lunaire entier un diamètre de 3^{m} à 4^{m}. Chaque région n'embrasse, par suite, qu'une région assez restreinte : cette circonstance, préjudiciable pour certaines recherches spéciales, n'est pas sans avantage au point de vue de l'effet artistique, en permettant d'isoler certaines grandes formations lunaires et concentrer sur elles l'attention du spectateur.

» On en jugera par les agrandissements qui représentent Platon, Copernic, Longomontanus, Clavius. Ce dernier cirque est bien visible à la fois sur les clichés des 5 et 6 mars; la comparaison des deux épreuves est très instructive en montrant comment se modifie en vingt-quatre heures l'éclairement d'un paysage lunaire et en facilitant l'interprétation correcte du relief. D'autres épreuves montrent la curieuse terrasse rectiligne connue sous le nom de *mur droit* et le système de fissures concentriques et parallèles formé au voisinage d'Hippalus.

» Le choix judicieux fait par le Dr Weinek permet ainsi de passer en revue des cirques d'aspect très varié, depuis les fosses profondes avec montagne centrale, comme Tycho, jusqu'aux enceintes submergées telles que Guéricke dont le rempart à demi effacé subsiste seul pendant que la dépression intérieure a disparu. »

PHYSIQUE. — *Rôle du diélectrique dans la décharge par les rayons de Röntgen.* Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Mascart.

« En étudiant la décharge d'un corps électrisé par les rayons de Röntgen, on peut y dégager un phénomène qui précise le rôle du diélectrique environnant. J'ai déjà publié sur ce point quelques résultats qualitatifs ; après les avoir résumés, j'aborderai ici l'étude quantitative de ce phénomène.

» I. Il est facile de vérifier que les rayons X peuvent décharger en quelques secondes un corps électrisé, *sans même effleurer ce corps*, et simplement en traversant le milieu gazeux qui l'environne. Il faut donc ne laisser pénétrer les rayons que dans la région qu'on veut étudier.

» Cette précaution prise, on arrive assez vite à voir que *les tubes de force rencontrés par les rayons* X *se comportent comme des conducteurs*, pourvu qu'ils soient situés dans un gaz.

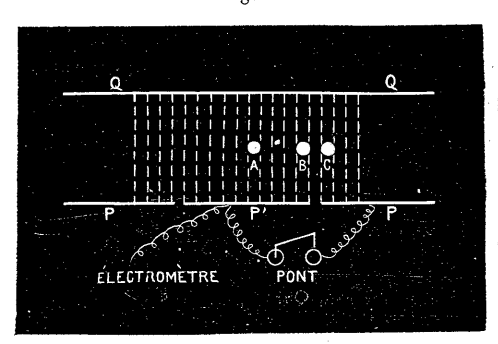
» Par suite, un corps électrisé, situé dans une atmosphère *en repos*, se décharge si quelques-uns des tubes de force qu'il émet sont rencontrés par les rayons.

» De même, un conducteur isolé, sans charge initiale, mais placé dans un champ électrique, se charge lorsque des rayons coupent les tubes de force qui en émanent.

» Je rappellerai seulement une des expériences qui justifient ces conclusions :

» Une plaque rectangulaire P′ découpée dans l'une des armatures d'un condensa-

Fig. 1.



teur PQ est liée à l'aiguille d'un électromètre. Au début de l'expérience, elle est aussi liée au reste de l'armature P qui joue ainsi le rôle d'anneau de garde.

» On charge le condensateur; on coupe la communication entre P′ et P et l'on fait passer les rayons, *qui ne touchent aucune des armatures,* distantes de $0^m,05$.

» L'action est énergique lorsque les rayons, supposés perpendiculaires au plan de la figure, passent en A; elle reste sensiblement la même quand ils passent en B; elle devient pratiquement nulle quand ils passent en C.

» Or la distance BC est à peu près égale à la largeur du faisceau de rayons, soit environ $0^m,01$. Tout ce qui serait dû à la convection et à la diffusion du gaz ne peut donc sensiblement changer quand ce faisceau, au lieu de passer en B, passe en C; mais, dans ce dernier cas, les tubes de force émanés de la plaque P′ ont cessé d'être rencontrés.

» II. Pour expliquer le rôle des tubes de force, il suffira de supposer que les rayons X dissocient certaines molécules du diélectrique où ils pénètrent, libérant ainsi des ions positifs et des ions négatifs. S'il existe un champ électrique, les ions positifs sont sollicités dans la direction du champ et les ions négatifs en sens contraire; si, de plus, le milieu est gazeux, les deux systèmes d'ions peuvent filtrer au travers l'un de l'autre, toujours dans la direction de la force et, par suite, le long des tubes de force. Ils cheminent ainsi jusqu'à ce qu'ils rencontrent les charges qui terminent ces tubes, ou jusqu'à ce qu'ils soient arrêtés mécaniquement, par exemple par un obstacle rigide. L'électricité pourrait ainsi traverser les gaz par un procédé nettement différent de l'électrolyse ordinaire.

» Il ne paraît pas nécessaire que le champ préexiste; il suffira de le faire agir avant que les molécules dissociées aient eu le temps de se reformer. On s'explique ainsi comment J.-J. Thomson et Röntgen ont pu décharger des corps électrisés en faisant passer sur ces corps de l'air d'abord traversé par les rayons. D'une manière générale, les rayons fourniraient le travail nécessaire à la séparation des ions, et le champ électrique le travail nécessaire à leur transport.

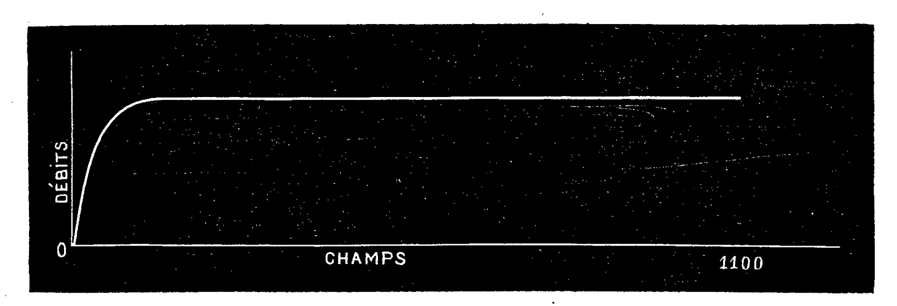
» III. L'électricité qui traverse le gaz sous l'influence du champ serait, d'après cette hypothèse, au plus égale à la quantité d'électricité neutre dissociée par les rayons. Et, en effet, l'expérience prouve qu'il existe un débit maximum indépendant du champ.

» J'ai employé, pour m'en assurer, le condensateur P, Q déjà décrit : la distance des armatures a varié de 1 à 10^{cm} et leur différence de potentiel de 2 à 220 volts. Le champ a donc varié dans le rapport de 1 à 1100.

» En portant la valeur du champ en abscisse et le débit correspondant en ordonnées, j'ai obtenu la courbe suivante, qui montre clairement qu'un débit maximum est très rapidement atteint.

» On peut retrouver ce résultat par une méthode de zéro qui élimine l'influence des variations du tube de Crookes. Il suffit d'opposer sur un même électromètre deux condensateurs identiques PQ, $P_1 Q_1$, traversés par un même rayon, mais où les plaques P_1, P'_1, liées à l'aiguille, sont chargées d'électricités contraires, en sorte que l'aiguille reste au zéro si le débit total est nul. J'ai constaté ainsi que le débit variait de moins que $\frac{1}{200}$ quand le champ varie de 350 à 1100.

Fig. 2.



» C'est ce débit maximum qui, dans l'hypothèse énoncée, donne la quantité d'électricité neutre dissociée par les rayons.

» IV. J'ai cherché comment varie ce débit maximum suivant la distance à la source et le volume intéressé par les rayons.

» En envoyant dans le condensateur PQ des cônes de rayons d'angles solides 1, 2, 3, 4, j'ai obtenu des débits proportionnels à 1, 2, 3, 4.

» De même, en utilisant sur un même cône de rayons des longueurs proportionnelles à 1, 2, 3, j'ai obtenu des débits proportionnels à 1, 2, 3.

» La quantité d'électricité neutre dissociée par les rayons à l'intérieur d'une couche sphérique mince, centrée sur la source d'émission, est donc indépendante du rayon de cette couche et proportionnelle à son épaisseur.

» Cette loi, analogue à la loi des inverses des carrés des distances, donne un sens à la définition suivante :

» *La quantité de rayons* X radiée à l'intérieur d'un cône ayant la source pour sommet est proportionnelle à la quantité d'électricité dissociée dans ce cône par unité de longueur, dans un gaz donné, à une pression et à une température données. La définition de l'*éclat* dans une direction donnée est alors immédiate.

» V. Cette définition n'est acceptable que si les rayons s'affaiblissent très peu sur le parcours utilisé. Pour voir dans quelle mesure on peut négliger l'absorption, j'ai opposé sur un même électromètre deux conden-

sateurs identiques, traversés par le même faisceau de rayons, mais distants de 25^{cm}. Le débit dans le deuxième condensateur s'est trouvé plus faible d'environ $\frac{1}{25}$. Cet affaiblissement est probablement dû à l'absorption par le milieu ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *La photographie à l'intérieur du tube de Crookes.* Note de M. G. DE METZ, présentée par M. H. Poincaré.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie de nouvelles photographies que j'ai obtenues à l'intérieur du tube de Crookes par la méthode indiquée dans ma première Note (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 880; 20 avril 1896). Elles nous montrent déjà mieux la ressemblance entre les rayons cathodiques et les rayons de Röntgen, en ce qui concerne leurs propriétés photographiques. Cette fois, nous avons devant nous un Tableau comparatif, et nous apprenons que la répartition des clairs et des ombres est à peu près du même ordre sur le cliché fait par les rayons X, et sur le cliché obtenu à l'intérieur du tube à décharge; pourtant, nous avons soumis à l'épreuve des corps différents, travaillés en forme de petites bandes, à savoir :

	mm		mm
Aluminium épais de......	0,90	Carton noir épais de......	1,20
Spath d'Islande...........	1,30	Plomb....................	1,35
Verre ordinaire...........	1,56	Bois d'acajou.............	0,93
Mica....................	1,30	Caoutchouc durci.........	1,15

» Si nous voulons maintenant ranger ces corps dans l'ordre décroissant, d'après leur perméabilité par les rayons cathodiques et par les rayons X, nous arrivons alors à la liste suivante :

Pour les rayons cathodiques.	Pour les rayons de Röntgen.
Bois d'acajou.	Bois d'acajou.
Caoutchouc durci.	Carton de Bristol.
Carton de Bristol.	Caoutchouc durci.
Aluminium.	Aluminium.
Verre ordinaire.	Verre ordinaire.
Plomb.	Mica.
Mica.	Spath d'Islande.
Spath d'Islande.	Plomb.

([1]) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale.

» L'identité n'est pas parfaite, et il faut s'en rendre compte. C'est le plomb qui a trop changé de place.

» Mais il suffit d'examiner ses contours diffus sur la photographie faite à l'intérieur du tube, pour s'expliquer cette exception apparente. Nous voyons, en effet, que les bords du carton et du bois d'acajou empiètent sur ceux du plomb, en passant par des pénombres; ils ne sont pas aussi tranchants que sur la photographie voisine de Röntgen. Mais ce n'est pas tout. En étudiant attentivement les deux photographies, nous remarquons, en outre, que la bande de plomb nous paraît plus étroite (1^{mm}) qu'elle ne l'est en réalité (2^{mm}), tandis que c'est le contraire qui a lieu pour la bande de carton, qui atteint 4^{mm} de largeur sur ses $2^{mm},25$ effectifs. La même déformation s'observe au voisinage des bandes de mica et de carton. D'après ces remarques, on comprend combien il est difficile de parvenir à l'identité voulue des deux listes.

» Il semble que ce genre de déformation se répète, en général, au voisinage de deux corps dont l'un est facilement perméable par les rayons cathodiques, tandis que l'autre l'est moins. Je l'ai observé encore, par exemple, au voisinage d'une plaque de tourmaline et d'un prisme en bois d'aune et en caoutchouc : c'est à peine si l'on trouve les traces du prisme sur la photographie, tant il est perméable, mais la ligne droite de la tourmaline est altérée, surtout à droite, vers la base du prisme.

» On dirait qu'il s'agit ici d'une espèce d'émission intérieure du carton, du bois d'acajou et du bois d'aune, d'une sorte de fluorescence.

» Après ces expériences, j'ai tenté de résoudre la question, analogue à celle qui a paru si intéressante pour les rayons X, si les rayons cathodiques se polarisent ou non? Plusieurs expériences m'ont montré que, également sous ce rapport, les rayons cathodiques ne se distinguent en rien des rayons X : ils ne se polarisent pas. On peut observer des traces de polarisation, mais excessivement faibles, en ayant recours à la méthode du renforcement photographique des clichés et de leur superposition. Je me propose de revenir sur ce sujet avec plus de détails dans une Note spéciale.

» En terminant cette Communication, je me permets de rappeler, pour éviter tout malentendu, que les rayons cathodiques dans toutes mes expériences ne traversent qu'un couvercle en carton mince, avant d'atteindre les pellicules sensibles; celui-ci étant indispensable pour protéger les pellicules contre la lumière ordinaire. Le platine et l'aluminium, dont fait mention M. H. Poincaré à propos de ma première Note, m'ont seulement servi dans une expérience. »

Observations au sujet de la Communication précédente; par M. H. Poincaré.

« Il y aurait lieu, pour interpréter cette expérience, de vérifier si le carton frappé par les rayons cathodiques émet, comme d'autres corps, des rayons X.

» Il faudrait également répéter l'expérience en réservant un plus grand intervalle entre les lames absorbantes et en faisant varier cet intervalle. En effet, les rayons X émis par ces lames et envoyés dans toutes les directions troublent les phénomènes et expliquent sans doute les divergences signalées par M. de Metz. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les principes de la digestion végétale.* Note de M. V. Poulet, présentée par M. Arm. Gautier.

« Si l'on prend le chevelu mondé et lavé des racines d'un certain nombre de plantes monocotylédonées ou dicotylédonées, en pleine végétation, qu'on le pulvérise et qu'on le traite, dans un appareil à déplacement, par l'eau distillée froide ou chaude, on obtient, par évaporation de la liqueur, un extrait de composition assez variable, dont il sera question plus loin, et qui ne renferme pas trace de fer.

» Vient-on à reprendre par de l'eau acidulée, par exemple avec de l'acide chlorhydrique, la pulpe préalablement épuisée par l'eau pure, il en résulte un liquide clair, ambré, qui donne lieu aux réactions suivantes :

» Ce liquide étant concentré par l'évaporation, on y produit, par l'addition de l'ammoniaque, de la potasse ou de la soude, un abondant précipité blanc verdâtre, qui n'est autre chose que de l'oxyde ferreux. En effet, redissous par l'acide chlorhydrique et traité par le cyanure de potassium et de fer, il engendre du bleu de Prusse. Le même précipité filtré, lavé et bien desséché, pesait jusqu'à $0^{gr},6$, correspondant à 20^{gr} environ de chevelu.

» Avec quel acide l'oxyde ferreux se trouve-t-il combiné dans le chevelu? Voici les réactions fournies par la solution précédente :

» 1° Neutralisée par l'ammoniaque et soumise à l'action du chlorure de calcium, elle donne un précipité blanc, insoluble dans l'acide acétique. Après l'avoir recueilli et lavé, si l'on décompose ce précipité par l'acide sulfurique et qu'on abandonne le produit à l'évaporation spontanée, on obtient une cristallisation à saveur très acide,

en forme de couronne sur les bords. On enlève le liquide restant, et l'on redissout dans un peu d'eau distillée les cristaux formés. On constate alors qu'il s'y produit un précipité blanc par le tartrate de potasse, ou par l'acétate de potasse, même additionné d'acide acétique.

» 2° Le précipité par le chlorure de calcium, soluble dans l'acide chlorhydrique, est reprécipité par l'ammoniaque, non pas immédiatement, mais au bout d'un certain temps.

» 3° La solution résultant du traitement par l'acide chlorhydrique dilué, neutralisée par l'ammoniaque et traitée par le sulfate de calcium, donne lieu, au bout de dix à quinze minutes, à la formation d'un précipité cristallin.

» 4° La même solution est précipitée par l'eau de chaux; le précipité se redissout dans le chlorure d'ammonium.

» 5° Par le chlorure de potassium, il s'y produit un précipité blanc.

» A ces divers caractères, on reconnaît l'acide tartrique. Le chevelu des racines des plantes renferme donc du tartrate ferreux en quantité notable, au moment de la végétation. Je pense que tel est le principe essentiel de leur digestion. Il y aurait donc analogie entre cette fonction de la plante et celle de l'animal. J'ai trouvé, en effet, que le suc gastrique normal renferme du fer à l'état de peptonate acide de protoxyde. La base est la même chez les animaux et chez les plantes, l'acide seul diffère.

» L'extrait aqueux du chevelu des racines, suffisamment concentré, offre quelquefois une réaction faiblement acide, d'autres fois il est neutre.

» Traité par le carbonate de potasse, il forme un léger précipité brunâtre, nullement ferrugineux. Quant à la liqueur alcaline, si on la met en contact avec la solution de sulfate de cuivre, elle fournit souvent un abondant précipité bleu caillebotté. Celui-ci se redissout en grande partie par la potasse caustique; en tous cas, il perd alors son aspect caillebotté et prend la teinte violette caractéristique des albuminoïdes.

» La neutralisation reproduit le précipité. Il s'agit donc ici de *caséine végétale*.

» Parmi les autres substances que renferme le même extrait aqueux, il faut citer la glycose, qui s'y trouve toujours en notable proportion (analyse par la liqueur de Fehling, par le sous-nitrate de bismuth).

» L'extrait aqueux du chevelu des racines, même s'il offre une réaction acide, n'attaque point le marbre. Ce ne sont donc point les principes qu'il contient qui sont la cause du phénomène bien connu, de l'attaque du marbre par les extrémités des racines, pendant la végétation. Ce n'est pas davantage l'acide du tartrate de fer que le chevelu renferme; car ce sel est neutre et, s'il était acide, on le trouverait dans l'extrait aqueux, ce qui n'a pas lieu.

» Le fer est donc indispensable à la plante, étant le principe de sa digestion radiculaire.

» Ceci confirme les observations faites, il y a quelques années, par MM. A. Gautier et R. Drouin; dans leurs recherches sur l'assimilation de l'azote par le sol et les végétaux, ils font soigneusement remarquer que les graines semées dans un sol fertile, mais absolument dénué de fer, lèvent à peine, puis s'étiolent, tandis qu'elles prospèrent dans les mêmes sols auxquels on ajoute des sels de fer ([1]). De là vient aussi que quelques agronomes (parmi lesquels je citerai M. de Belenet) ont préconisé l'usage des engrais ferrugineux.

» On sait enfin, par les recherches de M. A. Gautier sur la chlorophylle cristallisée, que celle-ci ne renferme pas trace de fer. Cependant chacun connaît l'effet remarquable d'un amendement ferrugineux sur les plantes étiolées. C'est que, si le rôle du fer n'est pas de contribuer directement à la constitution de la chlorophylle, il y participe indirectement et en favorise la production, étant un agent nécessaire au développement normal de la plante.

» L'analyse d'une terre n'est pas à la portée de la majorité des agriculteurs; mais ceux-ci pourront se rendre compte de sa composition au point de vue de la proportion de l'élément ferrugineux, en procédant comme ils ont l'habitude de le faire pour les autres éléments de l'engrais complet. En comparant les produits de deux parcelles placées dans les mêmes conditions, l'une avec addition de sels de fer, l'autre sans addition, ils verront dès la première récolte si le sol a besoin d'un supplément de l'élément ferrugineux. Au cas où le fer ferait défaut, on pourrait recourir à des arrosages avec une solution de sulfate de fer, additionnée de carbonate de soude dans des proportions convenables. L'absorption du carbonate ferreux qui résulte de la combinaison précédente se fera beaucoup plus facilement et plus vite que celle des sesquioxydes renfermés dans les produits naturels. »

MICROBIOLOGIE. — *Sur une nouvelle propriété du corpuscule* (Microsporidium) *de la pébrine.* Note de M. **J.-M. Krassilschtchik.**

« Au cours de mes études sur les microbes des vers à soie sains ou malades, que j'ai résumées ailleurs, j'ai eu l'occasion de m'occuper de la

(1) *Comptes rendus,* 1888.

pébrine. Je veux signaler aujourd'hui un fait nouveau qui me paraît intéressant, aussi bien au point de vue de la Biologie générale qu'au point de vue des applications possibles.

» On sait, depuis les mémorables travaux de Pasteur, que les corpuscules vieillis de la pébrine sont incapables de provoquer cette maladie chez les vers à soie. J'ai trouvé, par un procédé fort simple, le moyen de rendre à ces corpuscules leur activité et leur virulence. Je fais avaler à des moineaux communs (*fringilla domestica*) des papillons corpusculeux, conservés de l'année précédente. Les papillons sont broyés dans un mortier avec un peu d'eau, dans laquelle j'imbibe des morceaux de pain blanc; les moineaux sont nourris avec ce pain: dès le troisième jour de ce régime, leurs excréments contiennent des germes actifs de la pébrine. Si l'on fait avaler à des vers à soie des feuilles de mûrier salies par les *excréments frais* de ces moineaux, les vers contractent la pébrine, avec tous ses caractères les plus nets.

» Au contraire, avec les *excréments desséchés*, on ne réussit pas à provoquer la pébrine, mais on détermine facilement la flacherie (*streptococcus Pastorianus*) et la grasserie (*micrococcus lardarius*), ou même simultanément les deux maladies, si les papillons contenaient les microbes qui leur correspondent. (Très fréquemment, ces deux bactéries sont, en effet, associées aux corpuscules de la pébrine.)

» Les faits montrent que. dans les conditions naturelles, les oiseaux doivent contribuer beaucoup à la propagation de la pébrine, d'une année à l'autre. Leur intervention est pour ainsi dire indispensable pour rajeunir les corpuscules devenus inactifs dans le corps des insectes morts à la saison précédente.

» D'autre part, je suis porté à croire que les oiseaux, ou du moins les moineaux, ne sont pas eux-mêmes indifférents à la pébrine; un de ces moineaux, à qui je fis manger de vieux corpuscules pendant quinze jours, mourut, tandis que des moineaux témoins, nourris durant le même temps avec du pain blanc pur, restèrent en parfaite santé.

» Il me paraît évident que, dès à présent, l'intervention des oiseaux pourrait être utilisée pour propager artificiellement la pébrine parmi les insectes nuisibles pour lesquels elle est mortelle.

» Les reptiles semblent jouer le même rôle. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la fécondation hétérogamique d'une algue phéosporée*. Note de M. C. Sauvageau, présentée par M. L. Guignard.

« La reproduction des Phéosporées, et les véritables affinités de ces plantes, sont beaucoup moins connues qu'on ne le croit généralement d'après les livres classiques : j'ai montré récemment (¹) combien sont nombreuses les lacunes de nos connaissances à leur sujet. En effet, la fécondation hétérogamique des Tiloptéridées, bien que très probable, n'a pas encore été observée, et cependant Thuret a décrit les éléments reproducteurs du *Tilopteris* depuis plus de quarante ans. Celle des Cutlériées, entrevue ou observée par plusieurs auteurs, laisse encore subsister des contradictions et des lacunes dans son histoire. Quant aux autres Phéosporées, d'après une étude de M. Berthold, qui a porté sur deux espèces et dont les résultats n'ont pu être vérifiés depuis, on les considère comme isogames par les éléments qui s'échappent des sporanges pluriloculaires.

» Parmi ces Phéosporées, il existe cependant quelques *Ectocarpus* qui, en outre des sporanges pluriloculaires, possèdent des anthéridies décrites pour la première fois, en 1878, dans les *Études phycologiques*. M. Bornet a insisté sur cette question en 1891, en décrivant à nouveau et en figurant ces organes et les éléments qui en sortent chez l'*Ectocarpus secundus*, pour montrer qu'il y aurait un intérêt capital à fixer leur rôle respectif. L'*Ect. secundus* se rencontre souvent muni seulement de sporanges pluriloculaires, et, l'an dernier, je l'ai récolté pourvu d'anthéridies, mais pendant trop peu de temps pour réussir à élucider la question. J'ai été plus heureux cette année et j'ai suivi la fécondation, qui est hétérogame.

» L'*Ect. secundus* croît à Guéthary sur le *Saccorhiza bulbosa*. La coloration orangée des anthéridies permet, à un faible grossissement, de les distinguer facilement des sporanges pluriloculaires d'un brun foncé. On place en cellule Van Tieghem quelques ramules de plantes fraîchement recueillies, portant des sporanges, et, autant que possible, un plus grand nombre d'anthéridies. La déhiscence est simultanée et ne commence guère avant 9^h du matin. La grande différence de taille entre les zoospores,

(¹) C. Sauvageau, *Remarques sur la reproduction des Phéosporées, et en particulier des* Ectocarpus (*Annales des Sciences naturelles, Botanique,* 1896).

ou oosphères, et les anthérozoïdes, rend toute confusion impossible. Aussi longtemps que les éléments mâles et femelles sont mobiles, on ne remarque aucune affinité entre eux. Lorsqu'une oosphère doit se fixer, elle se rapproche généralement davantage du bord de la goutte suspendue, et agite ses cils presque sans changer de place; aussitôt, plusieurs des anthérozoïdes qui nageaient rapidement aux alentours (généralement trois ou quatre) s'en rapprochent vivement et s'agitent contre elle en la touchant par leur cil antérieur. Bientôt, le cil antérieur de l'oosphère est rétracté; celle-ci tend à s'arrondir en diminuant de longueur; au moment où la partie antérieure incolore est encore un peu visible, l'un des anthérozoïdes s'applique contre l'oosphère par toute sa face qui porte les cils, et, en quelques secondes, se fusionne complètement avec elle; la portion de l'anthérozoïde qui porte le point rouge pénètre toujours la dernière dans l'oosphère. J'ai toujours vu la fécondation s'opérer dans la région colorée de l'oosphère, jamais dans celle qui correspondait autrefois au bec antérieur, et c'est là une différence avec les *Cutleria*. Aussitôt après, l'œuf s'arrondit, les chromatophores se répartissent uniformément. Cet état dure peu de temps, car l'œuf s'allonge en s'aplatissant contre la lamelle, se courbe généralement et reste arrondi aux deux bouts. Les chromatophores sont alors plus distincts, et les deux points rouges occupent des positions quelconques dans la masse. Quelques heures après, la germination est commencée, cet œuf poussant dans son prolongement un tube de germination plus étroit.

» Sur des préparations favorables, cette fécondation hétérogamique peut être observée un grand nombre de fois. Cependant, sur d'autres préparations, et par suite de conditions que je n'ai pas encore su déterminer, la fécondation n'a pas lieu. Les oosphères non fécondées se comportent comme celles des cultures dans lesquelles on n'a pas placé d'anthéridies; elles s'arrondissent et ne prennent pas ensuite la forme cylindrique dite plus haut. Elles peuvent aussi germer, mais présentent des phénomènes particuliers sur lesquels j'insisterai ultérieurement.

» Il devient donc nécessaire de modifier la classification des Phéosporées. Dans mon Mémoire cité précédemment, je disais, après M. Bornet, que leur classification actuelle, en plaçant aux deux extrémités du groupe les Ectocarpées d'une part, les Tiloptéridées et les Cutlériées d'autre part, en masque les affinités réelles. L'hétérogamie de l'*Ectocarpus secundus*, qui existe probablement aussi chez les autres espèces munies d'anthéridies, vient donner raison à cette manière de voir. »

M. L. Lecercle adresse une Note intitulée : « Modification dans l'élimination des phosphates, sous l'influence des rayons Röntgen ».

D'expériences faites sur des lapins, il résulterait que l'action des rayons Röntgen, poursuivie pendant trois jours, aurait pour effet d'augmenter l'élimination des phosphates par les urines. Cette augmentation paraît se poursuivre deux jours après l'expérience, et l'élimination revient ensuite au taux normal.

M. A. Noury adresse une Note relative à une « Nouvelle Théorie de Dynamique générale ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 aout 1896.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Tome XX. Août 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par M. E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1896. N° 5. Mai 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

Manuel clinique de l'analyse des urines, par M. P. Yvon, Pharmacien de 1re classe, ancien Interne des hôpitaux. Paris, Oct. Doin, 1896; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Guyon). Renvoyé au concours Montyon (Médecine et Chirurgie).

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Août 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

La Tribune médicale. Revue française de Médecine. Rédacteur en chef : M. J.-V. Laborde, Membre de l'Académie de Médecine, etc. 5 août 1896; 1 fasc. gr. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. *Bulletin de la*

Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique. Directeur : M. Joseph Vinot. Mayenne, E. Soudée.

Missouri botanical garden seventh annual Report. Saint-Louis, Mo., 1896; 1 vol. gr. in-8°.

Sitzungsberichte der Königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematisch naturwissenschaftliche Classe. 1895, I et II; 2 vol. gr. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 AOUT 1896.

PRÉSIDÉE PAR M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur les mines de cuivre du Sinaï, exploitées par les anciens Égyptiens.* Note de M. BERTHELOT.

« Les mines de cuivre du Sinaï sont les plus anciennes dont l'histoire fasse mention. D'après des documents authentiques, elles ont été exploitées depuis le temps de la IIIe dynastie égyptienne (5000 ans environ avant notre ère) jusqu'à la fin des Ramesseïdes (vers 1300 à 1200 avant notre ère). Leur possession a été l'objet de plusieurs guerres; mais elles sont complètement abandonnées depuis trois mille ans, abandon que justifie la pauvreté de leurs minerais actuels. C'est assurément de ces mines

que provient le sceptre de Pépi Ier, roi de la VIe dynastie, sceptre en cuivre pur, conservé au British Museum et dont j'ai fait l'analyse ([1]).

» En raison de l'intérêt qui s'attache à l'histoire des métaux, dans la civilisation humaine, et à celle de la métallurgie antique, il m'a semblé utile d'avoir des renseignements précis sur les mines du Sinaï et sur les procédés suivis à leur époque dans l'exploitation du cuivre.

» M. de Morgan, dont on connaît la haute compétence et les belles découvertes, a bien voulu aller lui-même visiter ces mines, et en rapporter des échantillons, qu'il m'a confiés. M. Lacroix, le savant professeur de Minéralogie du Muséum d'Histoire naturelle, s'est mis à ma disposition pour m'aider dans leur examen. Ce sont les résultats de ces études que je viens présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Les mines du Sinaï sont voisines de la côte du golfe de Suez. Deux gisements ont été exploités : celui de Wadi-Maghara (ancien et moyen Empire); et celui de Serabil-el-Khadem, un peu plus récent.

» Ces mines sont situées dans la région des grès, et non dans celle des porphyres, qui forment la masse principale de la montagne. On y trouve des minerais de cuivre, dont il va être question, des minerais de fer, spécialement de l'hématite et des grès ferrugineux. On y trouve aussi du gypse.

» On assure qu'il n'y a pas de couche calcaire proprement dite dans la région.

» Les grès que j'ai examinés ne contiennent en effet que des traces de carbonate de chaux. Cependant, j'ai trouvé un morceau de calcaire compact dans mes échantillons, et les scories et débris de fours renferment aussi du carbonate de chaux en dose notable, par places.

» Les galeries existent encore, ainsi que les débris des fours, des creusets, les scories, les restes des habitations des mineurs, quelques fragments de leurs outils, etc.

» Je vais indiquer les observations faites sur les différents objets qui m'ont été remis.

I. — Minerais.

» Trois minerais de cuivre existent dans ces échantillons, savoir :

» Des turquoises, un hydrosilicate de cuivre et des grès imprégnés de sels

---

([1]) Voir mon Ouvrage : La Chimie au Moyen Age. Premier Volume : *Transmission de la Science antique*, p. 366; 1893.

de cuivre (carbonate et hydrosilicate). On n'y trouve ni sulfures de cuivre, ni cuivre natif, ni cuivre oxydulé natif. Il est probable que les minerais actuels sont superficiels et constituent un chapeau, en langage technique, lequel provient de l'altération de gisements pyriteux profonds, que l'exploitation n'a pas atteints. Les infiltrations des eaux souterraines les ont attaqués et ont ramené à la surface des produits oxydés, comme il arrive en général. Les anciens mineurs se sont bornés à gratter ce qui se trouvait à la surface du sol, à l'aide des instruments dont je donne plus loin l'analyse. En tous cas, ces trois minerais ont été ramassés près des fours, à Wadi-Maghara notamment, et c'est sur eux que portait l'exploitation.

» 1. *Turquoises.* — Les turquoises sont au nombre des pierres précieuses que l'on retrouve dans les tombeaux et qui sont désignées sous le nom de *chesbet*, commun à diverses substances bleues que les Égyptiens confondaient sous une même dénomination. Ces turquoises se présentent soit à l'état isolé, soit disséminées dans des grès ferrugineux, où elles forment parfois de simples mouchetures, ainsi qu'en témoignent certains des échantillons.

» Ces turquoises ont une densité de 2,83 environ. Les acides les attaquent aisément et la dissolution contient de l'acide phosphorique, de l'alumine et du cuivre. Leurs propriétés sont celles de la turquoise classique : phosphate d'alumine hydraté, avec petites quantités de cuivre. Les analyses des Traités de Minéralogie indiquent de 2,6 à 3,6 d'oxyde de cuivre. Celle de Wadi-Maghara (en veine dans un porphyre) a d'ailleurs été analysée par Frenzel :

Acide phosphorique	28,40
Alumine	38,61
Oxyde de cuivre	3,32
Chaux	3,95
Magnésie	0,15
Silice	4,37
Acide sulfurique	0,66
Eau	20,69
Densité	2,70

» 2 et 3. Les grès imprégnés de sels de cuivre sont également pauvres. Le minerai qu'ils renferment, sous forme de couches minces interposées et de petits nodules, est un mélange de carbonate et d'hydrosilicate de cuivre : on sait que les minéralogistes désignent aujourd'hui ce dernier sous le nom de *chrysocolle*, nom qui a été employé avec des sens très

différents chez les auteurs anciens. Les modernes l'ont détourné de sa signification antique, suivant un usage très répandu parmi les minéralogistes du commencement de ce siècle, mais très fâcheux pour l'intelligence des textes et pour l'histoire de la Science; car les gens non prévenus s'imaginent que le minéral moderne est le même que le minéral antique, dont il a usurpé le nom.

» Quelques fragments de cet hydrosilicate, trouvés à Wadi-Maghara, commencent à blanchir à la surface, par suite de leur déshydratation.

» M. de Morgan a rapporté également des tombeaux d'El-Amrah, en Égypte, un minerai constitué précisément par cet hydrosilicate de cuivre, avec sa densité normale : 2,3. Celui-ci a été reconnu fort riche en cuivre; ce qui répond aux analyses du même minerai rencontré dans d'autres régions du monde (40 à 50 centièmes d'oxyde de cuivre).

» Les minerais de Serabil-el-Khadem renferment également de l'hydrosilicate de cuivre, ramassé auprès des fours, et des grès imprégnés à divers degrés de carbonate et d'hydrosilicate de cuivre. Certains de ces grès sont en même temps ferrugineux. Le carbonate de cuivre qui les imprègne moule l'hématite, qui sert de ciment à ces grès : ce qui prouve que la veine cuivreuse, provenant sans doute de la décomposition des pyrites, est consécutive à la formation de l'hématite et, par conséquent, à celle des grès qui constituent la roche principale. Dans tous les cas, ces roches sont très pauvres en minéraux cuivreux. L'extraction de ceux-ci devait demander un grand travail de triage. Mais, à ces époques reculées, la main-d'œuvre, fournie par des captifs et des esclaves, que l'on traitait avec une extrême cruauté, ne comptait pas. Agatharchide nous a transmis à cet égard des détails épouvantables.

» 4. *Hématite.* — Elle a été trouvée à Wadi-Maghara en gros morceaux, semblables à ceux qui forment les statuettes des tombeaux égyptiens; statuettes dont la matière peut d'ailleurs provenir d'autres localités, l'hématite étant un minéral fort répandu. A Serabil-el-Khadem, on la trouve aussi à l'état fibreux. La roche de grès elle-même renferme des veines d'hématite bien distinctes. Dans d'autres parties, l'hématite disséminée joue le rôle de ciment.

» 5. *Bioxyde de manganèse.* — A Wadi-Maghara, un échantillon de pyrolusite cristallisé a été recueilli dans un morceau de calcaire. Nous avons trouvé également de l'oxyde de manganèse dans les matières rapportées de Serabil-el-Khadem. Une hématite manganésifère vient de cette localité.

» 6. *Grès*. — Les grès constituent les roches principales de Wad-iMaghara. Certaines sont blanchâtres, d'autres, colorées en brun ou en vert, sont formées par des grains de quartz de calibres variés. A peine agglomérés dans certains grès, ces grains sont, au contraire, fortement cimentés par l'hématite dans les échantillons compacts, avec toutes sortes d'états intermédiaires. Le microscope y décèle quelques fragments de mica, de rutile, de zircon. Les grès blancs, pas plus que les grès bruns, ne renferment de ciment calcaire en dose notable. Les grès de Serabil-el-Khadem sont à grains fins, extrêmement imprégnés d'oxyde de fer, qui leur donne une coloration noirâtre, avec des portions rouillées. Dans certaines places, ils alternent avec de minces lits ferrugineux. Ailleurs l'oxyde de fer s'y trouve concentré en granules, ou en petits points.

» Ces grès sont parfois schisteux. Ils sont par place imprégnés de sels de cuivre, à des degrés divers.

» On rencontre dans mes échantillons des fragments brisés de quartz transparent, de petits cailloux roulés de quartz, ovoïdes; enfin de nombreux fragments de silex, éclatés et brûlés du fait de l'exploitation.

» 7. *Calcaire*. — Quoique le calcaire n'ait pas été signalé sous forme de couches dans cette région, les échantillons contiennent des fragments de calcaire compact, avec trace de fer; cette substance figure aussi dans les scories et débris de fours. Je signalerai, *pro memoriâ,* quelques petits morceaux de nacre, provenant de bivalves, probablement d'eau douce, et une coquille de Néritine fluviatile.

» 8. *Combustible*. — Le combustible, destiné à réduire le métal, était constitué par du bois, dont on retrouve des fragments carbonisés à différents degrés, avec des morceaux d'hématite à côté. Ce bois est trop altéré pour que l'on puisse en déterminer l'espèce. Il devait être apporté d'une certaine distance, le Sinaï n'étant pas boisé.

» Les données du problème métallurgique étant ainsi définies, par la nature des minerais et par celle des roches accompagnant le gisement et qui ont pu et dû être employées dans les opérations, je vais examiner les produits et les résidus de ces dernières, recueillis sur place, après plusieurs milliers d'années.

II. — Produits métallurgiques.

» Ces produits sont les suivants :

» Parois des fours et des creusets; laitiers et scories; fragments d'outils.

» On n'a pas rencontré de fragments de mattes; ce qui paraît exclure

l'exploitation des pyrites, substances dont les minerais n'offrent d'ailleurs point de vestiges. Il ne semble pas non plus, d'après l'examen des matières, que les mineurs aient employé de fondants, autres que ceux tirés des roches et minerais rencontrés sur place.

» *Scories et laitiers.* — A Wadi-Maghara on a ramassé des scories lourdes et noires, ou brun foncé, et des scories blanches et légères, ainsi que des grès imparfaitement vitrifiés. Ces grès plus ou moins ferrugineux, et sans doute additionnés d'hématite, ont servi de fondants, le calcaire n'étant intervenu qu'à titre accessoire. En tout cas, les mélanges sont mal fondus, remplis d'incuits, formés de matériaux difficilement fusibles et dont l'homogénéité ne devait pas être très grande : ce sont là les indices d'une fabrication imparfaite.

» Certaines scories étaient très fusibles; car elles ont enveloppé et saisi un fragment d'os, appartenant à un petit animal, fragment qui ne manifeste pas les signes d'une calcination violente.

» Les laitiers sont constitués par des matières denses, compactes, renfermant peu de bulles, et d'apparence cristalline par places. D'après l'examen microscopique, ils appartiennent à deux groupes. Les mieux cristallisés renferment en abondance des cristaux de péridot ferrugineux (fayalite, $2FeO.SiO^2$) et des octaèdres de magnétite. Ce genre de laitiers se forme dans toutes les opérations métallurgiques où le fer et la silice sont en proportions convenables.

» Le second groupe est constitué par des pyroxènes verdâtres, mélangés par places de magnétite et de quelques cristaux de feldspaths.

» Ces laitiers sont moins basiques que les précédents; ils renferment de la chaux, provenant de gangues calcaires, dont j'ai retrouvé quelques échantillons à la surface des laitiers et des débris de fours.

» Un échantillon de laitier contient en abondance de la cuprite, ou protoxyde rouge de cuivre, en octaèdres bien nets et mélangés de cuivre métallique. C'est là un produit accidentel du traitement des minerais de cuivre.

» En somme, ces laitiers contiennent les mêmes produits et offrent les mêmes particularités que les laitiers modernes.

» Signalons encore quelques gouttes de métal tombées des fours, avec produits oxydés noirs, verts et bleus par places, et avec scories périphériques.

» *Fours et creusets.* — Aucun de ces instruments de fabrication n'a été retrouvé entier; mais M. de Morgan en a rapporté de nombreux débris. Les fragments des fours et des creusets, tels qu'ils m'ont été remis,

ne se distinguent pas très bien les uns des autres. Cependant, d'après l'examen des lames minces, étudiées par M. Lacroix, il semble que les parois des fours aient été construites de préférence à l'aide de blocs des grès signalés plus haut; les creusets ayant été fabriqués avec un sable quartzeux, cimenté par de l'argile. Mais, dans l'état actuel de ces débris, en partie vitrifiés, la nature des matières originelles est difficile à préciser. C'étaient surtout des grès, mais avec certaines portions calcaires. Ces échantillons sont en partie compacts, en partie bulleux et renferment des grains de quartz arrondis et en voie de fusion sur les bords. Çà et là on retrouve des cristaux de rutile et de zircon, provenant des grès, et qui ont résisté à l'action des fondants et de la chaleur. Ils sont associés avec des aiguilles de pyroxène ferrugineux et d'anorthite (feldspath triclinique, silicate d'alumine et de chaux); le tout englobé dans un verre incolore, ou jaune foncé (en lames minces).

» Ces divers produits d'ailleurs sont ceux que l'on observe d'ordinaire dans les produits similaires de l'industrie moderne.

III. — Fragments d'outils.

» Les fragments d'outils offrent un intérêt particulier, car ils représentent les produits incontestables de la fabrication et ils ont été trouvés dans les restes des habitations des mineurs, à Wadi-Maghara. Ils sont au nombre de trois.

» 1° *Pointerolle.* — Elle a servi à travailler la roche. Elle est recourbée à son extrémité en forme de biseau, et la forme de cette extrémité correspond à celle des stries du rocher. La pointerolle est cassée, à l'extrémité opposée. Le morceau actuel est long de 37^{mm}, large de 16^{mm} et son épaisseur, égale à 10^{mm} dans la masse principale, diminue peu à peu jusqu'à 3^{mm}, vers le biseau. Cet outil a été fondu, mais peu régulièrement et dans un moule assurément grossier. Il est constitué par du cuivre, ne contenant pas d'étain en dose sensible; il est fortement arsénical. Je rappellerai que la présence de l'arsenic durcit le cuivre. Les alchimistes grecs et égyptiens s'en servent continuellement pour le blanchir. L'origine minéralogique de l'arsenic contenu dans l'outil actuel et le procédé par lequel il y a été introduit sont obscurs. En effet, je n'ai retrouvé d'arsenic ni dans les minéraux (chrysocolle, turquoise, grès imprégnés de sels de cuivre), dans les grès ferrugineux, employés comme fondants. En raison de ces obser-

vations, il est probable que l'arsenic a été introduit à part dans la fonte de l'outil, peut-être par une addition de mispickel; mais cette dernière substance n'a pas été retrouvée. La patine est verdâtre et renferme du chlore (atakamite dérivée du chlorure de sodium des eaux d'infiltration).

» 2° *Fragment de burin.* — Je désigne sous ce nom un fragment d'outil, plus petit que le précédent et moins rouge : il est également cassé. Le fragment est long de 24^{mm}; sa largeur varie de 6^{mm} à $4^{mm},5$, son épaisseur de 4^{mm} à 3^{mm}. La pointe semble avoir été taillée à quatre pans; mais elle est émoussée et en partie détruite. Le métal est très dur. C'est un bronze, très pauvre en étain d'ailleurs, et exempt d'arsenic (à dose appréciable). La patine jaune brun contient du carbonate de chaux, du fer et un peu de cuivre.

» 3° *Aiguille.* — Elle est recouverte d'une épaisse patine, formée de carbonate de chaux et de cuivre. Cette patine se détache aisément par le choc. Il reste une aiguille, longue de 54^{mm}, et dont le diamètre est voisin de 1^{mm}. L'axe est plein et métallique. L'aiguille est munie de son chas. Le métal est tendre, tenace, facile à plier. C'est du cuivre, exempt d'étain. — Plomb? — Il y a une petite quantité d'arsenic, avec une trace imperceptible d'antimoine.

» La présence de l'arsenic et celle de l'étain, dans certains des outils, leur absence dans d'autres, indiquent que les Égyptiens de cette époque reculée savaient déjà modifier à volonté les propriétés de leurs métaux, par l'introduction de certaines matières étrangères.

» M. de Morgan m'a également remis, comme termes de comparaison et produits dérivés probablement des mines du Sinaï :

» 1° Une couleur verte, en morceaux amorphes, vitreuse à l'intérieur, trouvée dans les tombeaux, à El Amrah, près d'Abydos. C'est de la chrysocolle (nom moderne);

» 2° Deux aiguilles et une épingle, qu'il a ramassées lui-même dans la très ancienne nécropole (préhistorique?) de Toukh (entre Thèbes et Abydos). L'épingle a deux pointes. Elle est longue de 82^{mm}. Le diamètre, patine comprise, est de 2^{mm} environ. Elle se rompt aussitôt par la flexion; ce qui met en évidence un axe central métallique plein, rouge, brillant, entouré d'abord de protoxyde de cuivre mat, compris lui-même dans une gaine verdâtre. Le métal est du cuivre, avec une petite quantité d'étain et une dose sensible d'arsenic.

» Les deux aiguilles sont munies de leur chas. L'une, longue de 32^{mm},

présente une structure analogue à la précédente. L'autre est longue de 92^{mm}, altérée plus profondément, et également fragile; le cuivre étant changé en partie en protoxyde. La patine verdâtre contient une trace de chlore.

» La structure intérieure de cette aiguille est remarquable. En effet, l'axe est canaliculé : un vide central étant entouré successivement par du cuivre, en grande partie oxydé, le tout enveloppé de patine. Une semblable disposition, qui ne se retrouve ni dans l'autre aiguille, ni dans l'épingle, semblerait l'indice de quelque procédé spécial de fabrication; par exemple, on a dû fabriquer cette aiguille avec une feuille de métal enroulée, au lieu d'arrondir une bande découpée dans une lame, au marteau; car la filière était inconnue alors. Le moulage ne s'appliquerait guère à de si petits objets et d'une telle forme. Le chas est d'assez grande dimension.

» Le métal de cette aiguille est rouge, constitué par du cuivre, avec un peu d'étain et une dose sensible d'arsenic : pas de phosphore.

» Ce sont là des alliages pauvres en étain, tels qu'on en rencontre dans les anciens outils des régions de l'ancien continent et de l'Amérique, où ce dernier métal était rare et difficile à obtenir.

» En résumé, les minerais de cuivre du Sinaï sont des minerais pauvres et peu abondants, constitués par des grès, renfermant des silicates et carbonates basiques de cuivre et des turquoises. Leur récolte devait être pénible et exiger une main-d'œuvre considérable.

» A ces époques reculées, où les Égyptiens se servaient encore des armes de bois et de pierre, dont on a retrouvé les restes, le cuivre était un métal rare et précieux, dont la possession justifiait de semblables travaux. La période postérieure, où se répandit l'usage du bronze, plus précieux encore, a dû débuter par des temps où l'étain, apporté de contrées lointaines, était mis en œuvre avec une extrême parcimonie, ainsi que l'attestent nos échantillons.

» En tout cas, l'extraction du métal se faisait par des méthodes semblables à celles que la métallurgie du cuivre a suivies pour les minerais analogues, depuis l'antiquité jusqu'à ces derniers temps : je veux dire par l'emploi du bois, comme réducteur, combiné avec celui de fondants siliceux, ferrugineux et calcaires. Ces mines ont été abandonnées il y a 3000 ans, à cause de la pauvreté des minerais, de leur raréfaction, et, sans doute aussi, à cause des difficultés de l'exploitation et des transports dans une région déserte et éloignée de l'Égypte proprement dite. Il n'en est pas moins intéressant de constater que l'on était arrivé, probablement dès le

début de l'exploitation des mines du Sinaï, c'est-à-dire il y a près de 7000 ans, aux procédés suivis jusqu'à nos jours; procédés fondés sur un empirisme dont l'origine est facile à concevoir et qui n'exigeaient la connaissance d'aucune théorie proprement dite, telle que celles qui transforment en ce moment la métallurgie traditionnelle. »

ARITHMÉTIQUE. — *Au sujet d'une précédente Communication, relative à quelques propriétés des racines primitives et des racines secondaires des nombres premiers* (¹). Note de M. DE JONQUIÈRES.

« Puisque, d'après un théorème connu (que j'ai d'ailleurs démontré dans le corollaire du théorème I de ma Communication du 22 juin dernier), une racine primitive d'un nombre premier ne peut être un carré, ou résidu de carré, il s'ensuit qu'aucun nombre premier appartenant à une forme linéaire $kI + a$ ($k = 0, 1, 2, 3, \ldots$, etc.) ne peut avoir pour racine primitive un nombre b (premier ou non), s'il est prouvé que celui-ci est résidu quadratique des nombres premiers de ladite forme.

» Or, tel est le cas pour les nombres 2, 3, 5, ainsi qu'il résulte des théorèmes qui font le sujet des nos 112 à 124 des *Disquisitiones*. Donc les trois *Inductions*, par lesquelles se terminait ma deuxième Communication du 20 juin, se trouvent rigoureusement justifiées.

» Le P. Pépin, dont la compétence en ces matières est si connue, a bien voulu les étendre au nombre 7, en me fournissant une démonstration élégante du théorème suivant, fondée sur la *loi de réciprocité* de Legendre : *Le nombre 7 n'est jamais racine primitive des nombres premiers renfermés dans la formule*

$$p - 28t + (1, 3, 9, 19, 25, 27),$$

à laquelle j'étais, de mon côté, parvenu empiriquement.

» Le savant auteur ajoute que les lois de réciprocité d'un ordre supérieur au second fournissent d'autres conclusions du même genre, dont il a fait connaître plusieurs dans un travail publié en 1878 aux *Atti dell' Accademia pontificia dei Nuovi Lincei,* sans y avoir, d'ailleurs, épuisé le sujet. »

(¹) Voir *Comptes rendus,* t. CXXII, séances des 22 et 29 juin 1896.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Honoré** adresse un Mémoire relatif à un appareil destiné à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le premier semestre* 1896. Note de M. **P. Tacchini**.

« Rome, 14 août 1896.

» Voici les résultats pour les taches et les facules :

1896.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative		Grandeur relative		Nombre des groupes de taches par jour.
		des taches.	des jours sans taches.	des taches.	des facules.	
Janvier......	25	5,48	0,00	30,0	60,2	2,5
Février......	24	12,79	0,00	51,9	64,8	3,3
Mars........	24	10,75	0,00	39,2	78,8	3,0
Avril........	23	10,87	0,17	34,3	77,4	2,7
Mai.........	24	5,17	0,17	16,4	59,4	1,5
Juin.........	28	13,03	0,00	52,9	52,0	2,6

» La saison a donc été exceptionnellement favorable aux observations. En comparant ces données avec les résultats de la Note précédente, on voit que le phénomène des taches solaires a continué à diminuer, avec un minimum secondaire bien marqué dans le mois de mai, tandis que pour les facules la différence est petite.

» Pour les protubérances, nous avons obtenu les résultats suivants :

1896.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances.		
		Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Janvier.........	23	5,22	40″,4	2°,3
Février.........	24	5,79	41,7	2,0
Mars...........	16	4,56	34,0	1,3
Avril...........	23	3,26	33,0	1,5
Mai............	24	4,08	36,7	1,8
Juin............	24	4,67	37,3	1,6

» On a donc constaté une diminution dans le phénomène des protubérances, comme pour les taches, avec un minimum secondaire en avril et mai.

» Quant à la distribution des phénomènes solaires en latitude, voici les résultats que j'ai calculés par trimestre, comme dans la Note précédente, et par zones :

	Protubérances.			
Latitudes.	1er trimestre.		2e trimestre.	
90° + 80°	0,006	0,495	0,007	0,501
80 + 70	0,003		0,000	
70 + 60	0,006		0,003	
60 + 50	0,006		0,036	
50 + 40	0,052		0,085	
40 + 30	0,114		0,134	
30 + 20	0,136		0,105	
20 + 10	0,114		0,085	
10 + 0	0,058		0,046	
0 — 10	0,086	0,505	0,036	0,499
10 — 20	0,130		0,101	
20 — 30	0,116		0,092	
30 — 40	0,097		0,098	
40 — 50	0,050		0,105	
50 — 60	0,014		0,043	
60 — 70	0,006		0,007	
70 — 80	0,006		0,010	
80 — 90	0,000		0,007	

» La fréquence des protubérances par zones est la même dans les deux hémisphères du Soleil, et les protubérances sont toujours assez fréquentes à partir de l'équateur jusqu'à ±50°, comme dans le semestre précédent, tandis qu'elles sont assez rares ou manquent aux latitudes plus élevées.

	Facules.			
Latitudes.	1er trimestre.		2e trimestre.	
70° + 60°	0,000	0,436	0,004	0,328
60 + 50	0,000		0,004	
50 + 40	0,000		0,000	
40 + 30	0,016		0,009	
30 + 20	0,108		0,079	
20 + 10	0,172		0,123	
10 + 0	0,140		0,109	

Latitudes.	Facules. 1er trimestre.		Facules. 2e trimestre.	
0°—10°	0,151	0,564	0,157	0,672
10—20	0,236		0,267	
20—30	0,145		0,205	
30—40	0,017		0,035	
40—50	0,005		0,004	
50—60	0,000		0,004	
60—70	0,000		0,000	

» Les facules ont été plus fréquentes dans les zones australes; toujours nombreuses de l'équateur jusqu'à ±30°, avec un maximum de fréquence dans les zones (±10° ±20°).

Latitudes.	Taches. 1er trimestre.		Taches. 2e trimestre.	
30°+20°	0,000	0,391	0,000	0,388
20+10	0,250		0,245	
10+0	0,141		0,143	
0—10	0,047	0,609	0,163	0,612
10—20	0,421		0,347	
20—30	0,141		0,102	

» Les taches, comme les facules, ont été plus fréquentes dans les zones australes, et présentent aussi leur maximum dans les zones (±10° ±20°), tandis que les maxima pour les protubérances se présentent à des latitudes bien plus élevées.

» Une seule éruption a été observée, le 5 février, dans l'hémisphère austral, à —14°,3W. »

CHIMIE. — *Combinaison de l'argon avec l'eau.* Note de M. **P. Villard** (1).

« L'argon se combine avec l'eau pour former un hydrate cristallisé dissociable, analogue aux hydrates de gaz déjà connus, et prenant naissance dans les mêmes conditions que ces derniers. L'argon étant comprimé à 150^{atm} environ, en présence d'eau maintenue au voisinage de 0°, il suffit de refroidir un point du tube de manière à congeler, en ce point, l'eau qui

(1) Travail fait au Laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

mouille les parois : on voit aussitôt se produire une cristallisation qui se propage à partir du point refroidi; la couche d'eau adhérente aux parois du tube se transforme en cristaux incolores, visibles à la loupe, et vraisemblablement constitués par un hydrate d'argon. En faisant circuler sur ces cristaux un index d'eau, on arrive à obtenir une quantité relativement grande d'hydrate. La réaction peut également être provoquée par la présence d'un cristal d'hydrate provenant d'une expérience précédente; mais il ne se forme pas de cristaux si l'on comprime simplement l'argon en présence d'eau refroidie. Ces phénomènes sont précisément ceux qu'on observe avec tous les gaz susceptibles de donner un hydrate.

» Comme tous les hydrates de gaz, l'hydrate d'argon est dissociable : vers 0° sa tension de dissociation est de 105^{atm} environ; à + 8° elle atteint 210^{atm} (1).

» L'argon employé dans ces expériences a été préparé en traitant l'azote atmosphérique par le magnésium et la chaux vive au rouge sombre (2), et purifiant ensuite le gaz obtenu. Du magnésium, réduit en poudre à la lime, et mélangé avec de la chaux vive récemment calcinée, a été chauffé au rouge, dans le vide, jusqu'à cessation presque complète du dégagement d'hydrogène. L'azote ayant été ensuite admis a été absorbé avec incandescence; le gaz résiduel, après avoir traversé un tube témoin rempli de magnésium et de chaux vive, a été extrait par la trompe à mercure et recueilli dans des éprouvettes. Le contenu du tube témoin est resté inaltéré, ce qui prouve que l'azote avait été complètement absorbé. L'argon ainsi préparé contenait un peu d'hydrogène provenant du magnésium (Ramsay); il a été purifié en le soumettant à l'action prolongée de l'étincelle, en présence d'oxygène et d'une solution de potasse; ce traitement a été continué jusqu'à disparition presque complète des lignes principales du spectre de l'azote. L'oxygène en excès a été ensuite enlevé au moyen d'un pyrogallate alcalin. Un tube Plücker a été rempli avec le gaz ainsi purifié, desséché jusqu'à disparition des raies de l'hydrogène : le spectre observé présentait, avec beaucoup d'éclat, les lignes caractéristiques de l'argon, et la partie capillaire s'illuminait en bleu vif par le passage de la décharge condensée, donnant alors le deuxième spectre de l'argon. Ce sont là les caractères de l'argon sensiblement pur.

» Dans une deuxième expérience, le gaz extrait du tube à magnésium a été purifié simplement en le faisant passer sur de l'oxyde de cuivre préalablement chauffé dans le vide, puis sur de la potasse. Un tube Plücker, rempli avec le gaz, s'est montré identique au précédent.

» Les résultats obtenus avec l'argon purifié par l'un ou l'autre de ces

---

(1) Pressions approximatives, mesurées avec le manomètre de la pompe de compression.

(2) Maquenne, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 1147.

procédés ont été identiques au point de vue de la formation et des propriétés de l'hydrate.

» L'azote et l'oxygène, et par suite l'air, se combinent également avec l'eau dans les mêmes conditions que l'argon, mais sous des pressions notablement plus élevées. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur la structure réticulaire des cellules nerveuses centrales* (¹). Note de Melle **Wanda Sczawinska**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Il suit des dernières recherches de Flemming (1896) que la substance fondamentale du cytoplasma nerveux des cellules nerveuses centrales contient, en dehors des masses protoplasmiques chromophiles découvertes par Nissl, de fines fibrilles indépendantes, très courtes, à parcours sinueux. Ces fibrilles prennent une disposition linéaire et parallèle dans les prolongements des cellules, elles n'affectent plus la même disposition dans leur corps : elles s'agencent ici sans une orientation spéciale dans les trois directions de l'espace. Flemming constatait toujours l'indépendance de ces fibrilles, il ne s'oppose cependant pas à admettre l'existence des anastomoses servant à les unir, ces anastomoses pouvant être masquées par les masses protoplasmiques chromophiles.

» Nous avons vu ces anastomoses, et même nous avons observé dans les cellules nerveuses centrales un vrai réseau du cytoplasma nerveux.

» Ce réseau, nous l'avons observé avec la plus grande netteté dans les cellules des cornes antérieures de la moelle de la *Raja macrorhynchus* fixée et durcie, pendant six mois, dans le bichromate de potasse et colorée au picro-carmin de Ranvier. Dans ces préparations, le réseau seul apparaissait, coloré en rouge par le carmin. On pouvait le poursuivre dans toute l'épaisseur des cellules.

» Visible déjà à un faible grossissement (180 de diamètre), il est constitué par de fines fibrilles anastomosées entre elles pour décrire des mailles polygonales. Ces mailles, disposées irrégulièrement dans le corps des cellules, prennent parfois un agencement régulier; elles se suivent alors en des filets parallèles, donnant à la cellule l'aspect fibrillaire. Cette disposition est très fréquente dans la partie superficielle du réseau du corps cel-

---

(¹) Travail du Laboratoire de Roscoff et de la Sorbonne.

lulaire; elle est presque la règle dans ses prolongements. Le même réseau se trouve dans le cylindre-axe. En dehors du réseau décrit tout à l'heure, nous avons constaté autour de certaines cellules l'existence d'un autre réseau : à mailles deux fois plus grandes que celles du réseau précédent. Celui-là présentait une sorte d'enveloppe cellulaire.

» Il nous a été difficile d'établir le rapport entre le réseau cytoplasmique et celui du noyau, vu que le bichromate détruit pour la grande part le contenu du dernier.

» Aucune autre méthode, dont nous nous sommes servie pour l'étude de la moelle épinière et le bulbe des Raies, ne nous a jamais donné des images aussi nettes du réseau cellulaire que celle du bichromate. La méthode que nous avons employée fréquemment pour la rapidité du procédé, méthode consistant dans la fixation des parties de l'axe cérébro-spinal en question au moyen de l'acide picro-nitrique et coloration à l'hématoxyline d'Ehrlich, laissait voir plutôt les fibrilles éparses que le réseau continu, ce dernier étant masqué, comme dans les préparations de Flemming, par les masses protoplasmiques chromophiles des auteurs, qu'elle faisait ressortir comme le fait la méthode de Nissl.

» Il suit de nos recherches sur la structure des cellules nerveuses de la moelle des Raies, que les fibrilles libres n'existent pas dans le cytoplasma nerveux; qu'au contraire ce cytoplasma renferme un vrai réseau fibrillaire. Ce réseau devient invisible toutes les fois que l'autre partie du cytoplasme remplissant ses mailles est mise en évidence. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Contribution à l'étude de la coagulation du sang.* Note de MM. **J. Athanasiu** et **J. Carvallo**, présentée par M. Milne-Edwards.

« On s'accorde à considérer le phénomène de la coagulation sanguine comme un procédé de défense de l'organisme contre les actions qui peuvent, à un moment donné, léser l'intégrité de l'appareil circulatoire. D'après l'opinion générale, le phénomène de la coagulation serait toujours dû aux éléments seuls du sang, sans aucune autre intervention organique.

» Au cours de nos recherches sur le sang de peptone, substance qui, on le sait, rend le sang incoagulable, nous nous sommes demandé si les tissus de l'économie ne prenaient pas une part active à la restitution des propriétés qui manquent au sang des animaux peptonisés.

» Ainsi qu'il a été démontré, les animaux qui ont reçu de la peptone deviennent, pour un temps plus ou moins long, réfractaires à l'injection d'une nouvelle quantité de cette substance. Cependant l'immunité, quoique réelle, n'est pas toujours absolue, car nous avons vu des animaux qui étaient encore sensibles à une seconde et à une troisième injection de peptone. Quoi qu'il en soit, ce que nous voulons signaler aujourd'hui, c'est que les modifications morphologiques observées par nous ([1]) dans le sang de peptone, et auxquelles nous attribuons la cause de son incoagulabilité, continuent à se produire à la suite de chaque injection, alors que la coagulation n'est plus influencée. Dans ces conditions, s'il est vrai que les éléments figurés du sang peptonique sont incapables de fournir par eux-mêmes le ferment fibrine nécessaire à la coagulation, il fallait chercher ailleurs, et non pas dans le sang, l'origine de ce principe. C'est alors que nous avons pensé que les différents tissus, et spécialement le foie, pouvaient peut-être se charger de cette fonction de suppléance. Ils sécréteraient pour cela une substance, jouissant des mêmes propriétés que le ferment fibrine, laquelle se verserait dans le sang au fur et à mesure que le besoin s'en ferait sentir.

» Appuyés sur les recherches de M. Contejean, suivant lesquelles les extraits des divers tissus (foie, muscles, intestins, etc.), injectés à un animal de la même espèce, rendent le sang incoagulable, nous avons voulu voir s'il en serait de même pour les tissus d'un animal peptonisé.

» On prend le foie d'un chien qui a reçu de la peptone, au moment où son sang récupère sa coagulabilité normale; on fait un extrait à parties égales dans la solution physiologique, puis, après l'avoir filtré, on l'injecte à un autre chien de la même taille; la mort de celui-ci se produit alors en quelques instants par des coagulations intravasculaires. On peut facilement se convaincre de cette coagulation *in vivo*, en sectionnant une veine mésentérique, d'où l'on retire des caillots, parfois longs de 5^{cm} et 6^{cm}. Ce même extrait, chauffé à 80°, perd ses propriétés coagulantes et rend, comme à l'état normal, le sang pour longtemps liquide. Les extraits de muscles, ainsi que d'autres organes, ne semblent pas jouir de la même propriété.

» Dans toutes nos expériences, les animaux ont reçu de petites quantités de peptone (2^{cgr} par kilogramme) suffisantes pour les immuniser. Une fois que leur sang devenait coagulable, nous leur en donnions une nouvelle dose de 20^{cgr}, dans le but de renforcer l'activité des phénomènes de suppléance.

» Un seul point nous restait à déterminer : celui de savoir si ces nouvelles propriétés du foie peptonique étaient dues à une sécrétion spéciale de la cellule hépatique ou simplement à l'accumulation des leucocytes dans le foie, par suite de l'injec-

(1) *Société de Biologie*, nos 11, 18, 25; 1896.

tion intra-veineuse de la peptone. Pour résoudre cette question, nous avons eu soin de n'employer que des foies pris au moment où les leucocytes reviennent dans le sang dans les proportions normales. Les résultats ont toujours été positifs.

» En présence de ces faits, nous croyons pouvoir conclure :

» 1° Que, à l'état normal, ce sont les éléments figurés du sang et de la lymphe, de préférence les leucocytes, qui fournissent le ferment fibrine nécessaire à la coagulation de ces liquides ;

» 2° Que, lorsque ces éléments sont empêchés par un moyen quelconque (peptone) de remplir cette fonction, les tissus de l'organisme, spécialement le foie, se chargent de les suppléer. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence de certains agents sur les propriétés bactéricides du sang.* Note de M. **London**, présentée par M. Marey. (Extrait.)

« Continuant au laboratoire de M. Loukianow mes recherches sur les propriétés bactéricides du sang, j'ai étudié les agents suivants :

» *Inanition.* — Des lapins ont été soumis à une privation complète d'aliments pendant dix jours. Au bout de ce temps, les propriétés bactéricides du sang étaient disparues ou notablement diminuées. L'alimentation normale fut rétablie : à mesure que l'animal revenait à son poids normal, son sang recouvrait graduellement ses propriétés bactéricides.

» *Ligature du canal cholédoque.* — Cette opération a paru accroître à un faible degré les propriétés bactéricides du sang.

» *Ingestion d'acide chlorhydrique.* — Ce moyen, déjà tenté par Fodor, ne lui a pas donné de résultats positifs. Je crois avoir observé que, à dose modérée, l'acide muriatique accroît les propriétés bactéricides du sang, mais seulement un certain temps après l'ingestion. A faibles doses fréquemment répétées, l'acide chlorhydrique diminue ces propriétés.

» *Ingestion du bicarbonate de soude.* — C'est seulement à la suite de petites doses fréquemment répétées que les propriétés bactéricides du sang s'élèvent au-dessus de la normale. Ces résultats concordent avec ceux de Fodor.

» *La saignée aiguë*, non plus que *l'ablation des testicules*, ne modifient pas sensiblement les propriétés bactéricides du sang. »

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du Dévoluy et des régions voisines, à l'époque crétacée.* Note de M. P. Lory.

« Le massif du Dévoluy occupe, avec ses annexes, l'espace compris entre les dépressions du Trièves, du Champsaur-col Bayard et des vallées du Buech; le massif de Céruze le prolonge au sud jusqu'à la Durance. Un caractère frappant de cet ensemble, c'est la dualité de sa structure géologique : dans les lambeaux de Crétacé supérieur, d'une part, dans le Crétacé inférieur et le Jurassique supérieur qui émergent entre eux, de l'autre, les couches affectent des allures nettement différentes.

» La discordance de la Craie sur son substratum a été, comme on sait, découverte par Ch. Lory dans le Dévoluy oriental; M. Seyn et moi l'avons retrouvée vers Châtillon-en-Diois et j'ai pu établir qu'elle était la règle ordinaire dans toute la région et témoignait de mouvements orogéniques qui avaient dû y débuter vers la fin du Cénomanien pour se terminer avant le Sénonien.

» J'ai donné, à plusieurs reprises, de brèves indications à ce sujet. (*Bull. Soc. géol.*, Comptes rendus de la réunion extraordinaire de 1895.— *Annal. Univ. de Grenoble.* — *Bull. collab. Carte géol.* pour 1895.)

» En quelques points (Glaise-sur-Veynes par exemple) une série vaseuse (calcaires blancs, puis marno-calcaires bleuâtres) relie sans apparence de discontinuité le Cénomanien aux calcaires campaniens (*lauzes*); en d'autres points (le Rose et Rioufroid près Lus, etc.) des poudingues et conglomérats s'intercalent dans ces deux assises, témoignant de grandes érosions contemporaines de leur dépôt. Le plus souvent, l'assise inférieure (calcaires blancs) manque et le substratum discordant des marno-calcaires, ou même directement des lauzes, est formé par l'un quelconque des étages compris entre l'Oxfordien et le Cénomanien.

» Grâce à la topographie accidentée de la région, des preuves péremptoires permettent d'attribuer à cette phase un grand nombre d'accidents tectoniques.

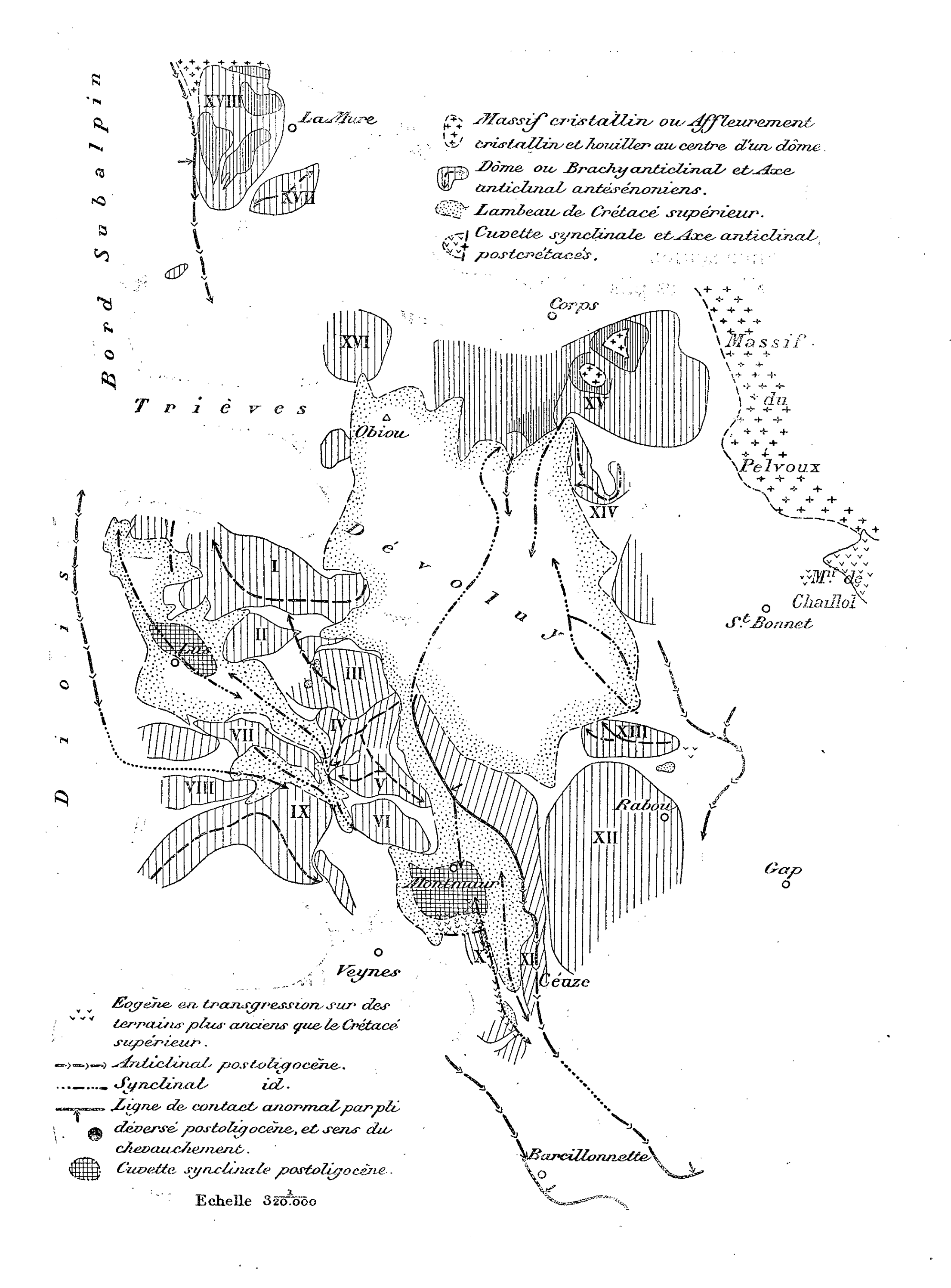
» C'est ainsi que la nappe sénonienne à pendage régulier de la grande crête ouest du Dévoluy repose, sans subir aucun dérangement, sur les tranches du Jurassique et du Néocomien, fortement ployés par les anticlinaux du haut Buech (I) et de la brèche nord des Aiguilles. De même, l'anticlinal de la Jarjatte (II), sous la crête de Clairet; celui de Boudelle (IV), sous celle de Chauvet; le bombement de Beaufin (XV), sous celle du pic Grillon, etc., s'enfoncent sous le Crétacé supérieur, sans modifier aucunement ses allures. En beaucoup de cas, la superposition discordante du Sénonien à une

portion d'un flanc de l'accident, à défaut de son axe ou de son centre, suffit encore pour déterminer son âge. Enfin il est quelques bombements sur lesquels le Crétacé supérieur n'a pas laissé de témoins, mais dont les rapports de forme et de situation avec les plis antésénoniens sont assez étroits pour que leur groupement paraisse s'imposer.

» On arrive ainsi à cette conclusion importante, que presque tous les plis visibles dans les parties où la couverture de Crétacé supérieur a été érodée appartiennent à la phase antésénonienne. L'influence qu'ont eue sur eux les plissements tertiaires est souvent même directement observable, grâce aux découpures des lambeaux sénoniens et aux témoins qui subsistent parfois entre eux; dans une grande partie de la région, elle a été faible, de sorte que la tectonique résultant des mouvements antésénoniens peut être assez facilement étudiée en elle-même. Un coup d'œil sur la Carte schématique ci-jointe montrera qu'elle s'éloigne absolument de la structure à longs plis parallèles, et présente un certain nombre de ces *dômes* dont une série de travaux récents (MM. Munier-Chalmas, Marcel et Léon Bertrand, Fournier, etc.) ont montré le grand rôle en diverses régions. Pour la première fois, je crois, on se trouve en présence d'une région étendue permettant d'étudier une *structure à dômes* dégagée, avec quelque certitude, des éléments introduits par les phases orogéniques postérieures à son apparition.

» Dans ces dômes du Dévoluy (III, XII, XV, XVI, etc.) les couches, comme à l'ordinaire, s'abaissent à partir d'une région centrale, qui peut être d'étendue très restreinte. Leur pourtour, elliptique ou irrégulier, est délimité par un plongement périclinal net, pouvant être accentué par places jusqu'au déversement, mais parfois aussi (XVI) manquant d'un côté, où le bombement va s'effaçant insensiblement.

» Sous l'angle nord-est du Dévoluy, un *dôme complexe* (XV) est formé par le groupement des *dômes secondaires* du Monestier-d'Ambel, de Beaufin et d'Aspres (ces deux derniers montrent à leur centre des bombements cristallins bien connus): c'est une structure analogue à celle qui vient d'être décrite au Zaghouan (Tunisie) par MM. Ficheur et Haug. Mais les observations de ces auteurs m'ont surtout frappé par leur analogie avec celles que venait de me fournir le grand *dôme de la Mure*. Comme le Zaghouan, il montre des dômes secondaires (Lias à Entroques) dont la surface se confond généralement avec celle du terrain et qui, au Sud, forment sur le pourtour des digitations à plongement périclinal. Par cette structure, cette saillie s'éloigne des ridements alpins, pour se rapprocher de ceux que nous étudions; d'autre part, ses rapports avec le pli court des gorges du Drac (XVII) et par lui avec le dôme de Châtel (XVI) sont bien ceux d'éléments du même système, tandis qu'elle se comporte, par rapport à l'anticlinal tertiaire du *Bord subalpin*, comme un élément résistant plus


Bord Subalpin
La Mure
XVIII
XVII
Massif cristallin ou Affleurement cristallin et houiller au centre d'un dôme.
Dôme ou Brachyanticlinal et Axe anticlinal antésénoniens.
Lambeau de Crétacé supérieur.
Cuvette synclinale et Axe anticlinal postcrétacés.
Corps
XVI
Massif du Pelvoux
Trièves
Obiou
XV
XIV
Dévoluy
Mt de Chaillol
St Bonnet
Diois
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
XIII
Rabou
Gap
Montmaur
Veynes
Céuze
Eogène en transgression sur des terrains plus anciens que le Crétacé supérieur.
Anticlinal postoligocène.
Synclinal id.
Ligne de contact anormal par pli déversé postoligocène, et sens du chevauchement.
Cuvette synclinale postoligocène.
Barcillonnette
Echelle 1/320.000

ancien. On peut donc conclure que *le petit massif de la Mure est un dôme complexe antésénonien, repris par le plissement alpin de la chaîne de Belledonne.*

» Enchevêtrés avec ces bombements, et bien plus nombreux qu'eux, on remarque des *anticlinaux courts,* de section irrégulière et variable. Leurs axes, courbes en projection verticale, le sont souvent aussi en projection horizontale et peuvent présenter toutes les orientations, avec une certaine prédominance seulement des directions voisines de est-ouest. La terminaison habituelle de ces plis se fait par plongement périclinal; il en est cependant (I) qui s'effacent par étalement. Un de leurs flancs peut être vertical, ou même déversé; mais *le sens de la dissymétrie n'est pas constant d'un pli à un autre, ni même parfois dans un même pli* (I a l'un de ses flancs déversé vers le nord-ouest, puis l'autre vers le sud). Malgré leurs rapports évidents avec les dômes, ces accidents s'en éloignent trop par leur axe anticlinal net et leur allongement, pour qu'il ne soit pas utile de leur attribuer une désignation spéciale, et celle de *Brachyanticlinaux* semble tout indiquée.

» Il est fort possible qu'il y ait eu dès lors quelques *cuvettes synclinales,* à la Faurie notamment, mais leur existence n'est pas démontrée.

» Quant à des *plis synclinaux,* il n'en existe pas, à proprement parler, dans cette structure ([1]); les flancs des dômes ou des brachyanticlinaux, bien que par places grossièrement parallèles, s'écartent, se rapprochent, buttent de façon presque quelconque, laissant entre eux des espaces de formes irrégulières qui ne peuvent être regardées comme des éléments tectoniques, mais sont de simples intervalles épargnés par le bossellement et sur lesquels les accidents tendaient à se déverser (VIII et IX, par exemple, sont déversés en sens opposés sur la rainure qui les sépare). Ces intervalles sont marqués, dans une grande partie de la région, par les derniers dépôts antérieurs aux mouvements, et qui, naturellement, n'ont pu se conserver que dans les points non surélevés par lui. Il faut observer encore que l'on ne rencontre pas ici de plis concentriques aux dômes, comme ceux, par exemple, qu'a décrits M. Léon Bertrand. D'autre part, il n'y a presque jamais de raccord entre deux axes de brachyanticlinaux, et je ne connais qu'un exemple de liaison entre deux de ces plis (IV et V) par une *bifurcation commune.*

([1]) D'après une Communication orale, M. Léon Bertrand est arrivé, indépendamment de moi, à une conclusion analogue pour une partie des Alpes-Maritimes.

» Ainsi, *dans cette tectonique, constituée par des brachyanticlinaux et des dômes, toute une série de caractères atteste l'indépendance presque complète des éléments structuraux et la faiblesse des forces directrices en jeu dans le mouvement qui lui a donné naissance.*

» Il faut noter la ressemblance entre cette structure et celle de la région de Castellane avant le dépôt du Nummulitique, telle que l'a reconstituée M. Zürcher. En Dévoluy, comme là, ce *bossellement* préalable a grandement influencé les ridements ultérieurs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les réfractions extraordinaires observées au bord des lacs et connues sous le nom de* Fata Morgana. Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Mascart.

« M. Forel, le savant professeur de Lausanne, a appelé l'attention de l'Académie [1] sur les différentes réfractions qui se produisent à la surface des lacs et dont l'une des plus extraordinaires, observée depuis longtemps au détroit de Messine, est connue sous le nom de *Fata Morgana.*

» Elle est, d'une manière générale, caractérisée par ce fait que les objets situés sur la rive opposée du lac semblent singulièrement étirés dans le sens vertical; les rochers, les murs, les maisons paraissent transformés en d'immenses constructions, dont les Italiens ont fait les palais de la fée Morgana. Les *Fata Morgana* sont un phénomène extrêmement instable et qui ne dure, en général, que quelques minutes; lorsqu'il cesse, l'objet, dont les dimensions verticales étaient si agrandies, prend souvent des proportions extrêmement réduites. Comme M. Forel l'a constaté avec moi, les *Fata Morgana* n'occupent qu'un segment limité et perpétuellement variable de l'horizon; tout à côté d'elles, se produisent fréquemment des réfractions d'un ordre tout différent. Je ne les ai observées sur le Léman que par des temps calmes, et lorsque la température de l'air est notablement plus chaude que celle du lac; mars, avril et mai sont les mois où elles sont les plus belles.

» Plusieurs savants, parmi lesquels je citerai de Humboldt, Woltmann, Charles Dufour, ont parlé des *Fata Morgana;* mais, jusqu'à présent, on n'en a pas, à ma connaissance, donné d'explication satisfaisante; car, dans

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXXIII, p. 161; 20 juillet 1896.

le cas où l'air est plus chaud que l'eau du lac, nous observons tantôt les *Fata Morgana*, tantôt, et le plus souvent, le mirage connu sous le nom de *mirage sur eau froide*, et qui a été fort bien étudié par Bravais ([1]); dans ce dernier mirage, les objets éloignés ont leurs dimensions verticales réduites. Il semble singulier que les mêmes conditions thermiques puissent donner naissance à deux mirages diamétralement opposés. Voici comment je ois pouvoir expliquer cette anomalie apparente.

» En observant maintes fois les *Fata Morgana* avec une lunette puissante, j'ai constaté que, en réalité, les objets ne sont pas agrandis, mais qu'il se produit plusieurs images superposées du même objet, qui sont tantôt directes, tantôt renversées. J'en ai compté jusqu'à cinq. Comme ces images sont, en général, très rapprochées; que parfois même elles empiètent l'une sur l'autre, il est très difficile de les séparer à l'œil nu, et elles donnent l'illusion d'un objet agrandi. Parfois, une partie seulement de l'objet donne naissance à des images multiples. Ainsi j'ai vu souvent des barques avec deux coques, les voiles ne présentant rien d'extraordinaire; quelques instants plus tard, il ne restait plus qu'une coque et les voiles paraissaient gigantesques.

» Il semble résulter de ces observations que les *Fata Morgana* ne sont qu'un mirage à images multiples.

» L'analyse mathématique peut d'ailleurs rendre compte des faits observés. Dans sa Notice sur le mirage ([2]), Bravais démontre la possibilité de trois images, dans le cas où « une couche d'air chaud vient se superposer » plus ou moins brusquement à une couche d'air froid, et lorsque le calme » subséquent de l'atmosphère permet à ces deux nappes de subsister » quelque temps dans cet état ». Mais ce sont là précisément les conditions qui sont remplies pendant l'apparition des *Fata Morgana*, puisque, comme je l'ai dit plus haut, il est nécessaire, pour que le phénomène se produise, que l'air soit très calme et notablement plus chaud que l'eau. Cette existence de trois images n'est qu'un cas particulièrement simple des *Fata Morgana*. J'ai essayé d'expliquer par l'analyse la production des cinq images que j'ai observées, mais j'ai été arrêté par la complication des calculs.

([1]) Bravais, *Notice sur le mirage* (*Annuaire météorologique de la France*, p. 256; 1852).

([2]) Bravais, *loc. cit.*, p. 264.

» Bravais montre aussi comment, dans le cas de trois images, certaines parties seulement d'un objet donnent lieu à des images multiples : ce phénomène se produit également, comme on l'a vu.

» Enfin, si l'on réfléchit que deux couches d'air de densités très différentes ne peuvent rester longtemps superposées l'une à l'autre sans se mélanger, on se rendra facilement compte de l'instabilité du phénomène, et l'on comprendra pourquoi les *Fata Morgana* et le mirage sur eau froide peuvent se succéder si rapidement dans la même région du lac. »

M. L. **Mirinny** adresse une Note relative à la résolution de l'équation générale du cinquième degré.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 aout 1896.

Annales des Ponts et Chaussées, 1896. Juin. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq; 1 vol. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Agriculture de France. Tome XVIII. Juillet 1896. Paris, imp. Maretheux; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure. 1895. 2e semestre. Nantes, Mellinet et Cie; 1 vol. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort. Tome III. N° 15. 15 août 1896. Paris, Asselin et Houzeau; 1 vol. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 15. 15 août 1896. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. gr. in-8°.

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie. Rédacteur en chef : Gaston Tissandier. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

Journal d'Hygiène; Climatologie, publié par M. le Dr PROSPER DE PIETRA SANTA, lauréat de l'Institut (Académie des Sciences). Jeudi 13 août 1896. Paris, Chaix; 1 fasc. in-4°.

De la propagation des vibrations électriques le long d'un fil métallique, par M. NICOLAS BOULGAKOF. Saint-Pétersbourg, 1895; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 AOUT 1896.

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Tisserand** donne des nouvelles de l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 9 août dernier :

« M. Deslandres, chargé d'une mission par le Bureau des Longitudes, a observé dans l'île de Yéso, par un temps peu favorable : les résultats sont maigres, d'après sa dépêche; il semble cependant que M. Deslandres ait pu faire quelques observations sur la rotation de la couronne solaire.

» M[lle] Klumpke, attachée à l'Observatoire de Paris, devait observer à Watso en Norwège; elle a eu mauvais temps.

» Notre confrère, M. Backlund, directeur de l'observatoire de Poulkovo, a pu faire de bonnes observations dans la Nouvelle-Zemble.

» M. Bigourdan devait déterminer l'intensité de la pesanteur au mont

Blanc, sous la direction de notre confrère M. Janssen; le temps n'a pas été prospère jusqu'ici, mais on attendra l'occasion favorable. Un observateur, placé à Chamonix, déterminera l'heure et l'enverra au sommet du mont Blanc par des signaux optiques; cet observateur est d'ailleurs en communication télégraphique avec l'Observatoire de Paris. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. **Bouffé** soumet au jugement de l'Académie une « Note sur le psoriasis; ses rapports avec la syphilis ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Potain.)

M. **Clere** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire dont les diverses parties portent pour titres « L'Électricité, Le Monde solaire, La Terre ».

(Commissaires : MM. Faye, Poincaré.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une « Flore de France », par MM. *G. Rouy* et *J. Foucaud*. (Présenté par M. Chatin.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations des équations de la Dynamique*. Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Tisserand.

« Dans un chapitre d'un Mémoire que l'Académie a bien voulu couronner (prix Bordin, 1894) et qui paraîtra prochainement dans les *Acta Mathematica*, je suis revenu sur le problème de la transformation des équations de Lagrange. Les résultats suivants, que je n'ai pas publiés encore, complètent un Mémoire antérieur, paru dans le *Journal de mathématiques* (janvier 1894).

» Je considère exclusivement les systèmes d'équations de Lagrange, *où les forces* Q_i *ne dépendent que des paramètres* $x_1, \ldots, x_n$, et où la force vive T est une forme quadratique en $x'_1, \ldots x'_n$ indépendante du temps : $T = \frac{ds^2}{dt^2}$. Soit $\left[\frac{ds^2}{dt^2}, Q_i\right]$ ou (A) et $\left[\frac{ds_1^2}{dt_1^2}, Q'_i\right]$ ou (A_1) deux tels systèmes.

Ces systèmes sont dits *correspondants* s'ils définissent les mêmes trajectoires. Un système (A), pris au hasard, admet les correspondants $[C ds^2, c Q_i]$, où C et c sont deux constantes; un système (A), où les Q_i dérivent d'un potentiel U, admet les correspondants (indiqués par M. Darboux)

$$\left[(a\mathrm{U}+b)ds^2, \frac{c\mathrm{U}+d}{a\mathrm{U}+b}\right],$$

a, b, c, d, étant des constantes. Ces correspondants seront dits *correspondants ordinaires*. L'existence de correspondants *non ordinaires* entraîne l'existence d'*intégrales quadratiques* des systèmes (A), (A_1).

» Quand toutes forces Q_i sont nulles, il en est de même des forces Q'_i; les géodésiques de ds^2 et de ds_1^2 coïncident, et l'*on peut passer de* (A) *à* (A_1) *par un changement de variables* $dt = \lambda(x_1, \ldots, x_n) dt_1$. Quand les forces Q_i ne sont pas toutes nulles, deux cas sont à distinguer suivant que les géodésiques de ds^2 et de ds_1^2 coïncident ou non : (A) et (A_1) sont dits correspondants de *première espèce* dans le premier cas, de *seconde espèce* dans le second cas. Dans le premier cas, *à tout système de forces* Q_i *on peut associer des forces* Q'_i *telles que* (A) *et* (A_1) *se correspondent, et l'on passe de* (A) *à* (A_1) *par une transformation* $dt = \lambda(x_1, \ldots, x_n) dt_1$. (Voir le *Journal de Mathématiques*, janvier 1894.)

» Ces résultats rappelés, occupons-nous d'abord des correspondants de première espèce.

» Pour cela, traitons la question suivante :

» Étant donné un système différentiel

$$(1) \quad \begin{cases} \dfrac{d^2 x_i}{d\theta^2} = \displaystyle\sum_{k,l} a_{k,l}^{\,i}(x_1, \ldots, x_n) \frac{dx_k}{d\theta} \frac{dx_l}{d\theta} \equiv \mathrm{P}i\left(x_1, \ldots, x_n, \frac{dx_1}{d\theta}, \frac{dx_n}{d\theta}\right) \\ \qquad\qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \end{cases}$$

où θ est un paramètre, et $x_1, \ldots, x_n$ les coordonnées d'un point de l'espace à n dimensions; *quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que les trajectoires de* (1) *soient les géodésiques d'un* ds^2?

» Tout d'abord, une transformation bien élémentaire permet de supposer que la somme $\displaystyle\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\partial \mathrm{P}i}{\partial x'_i}$ est identiquement nulle. Cette restriction faite, les conditions nécessaires et suffisantes cherchées sont que le système *linéaire*

$$(2) \quad \frac{-2\dfrac{\partial\Theta}{\partial x_1} + \displaystyle\sum_{k,l} \frac{\partial\Theta}{\partial p_l} a_{l1}^k}{p_1} = \frac{-2\dfrac{\partial\Theta}{\partial x_j} + \displaystyle\sum_{k,l} \frac{\partial\Theta}{\partial p_l} a_{lj}^k}{p_j} \qquad (j = 4, 8, \ldots, n)$$

admette une intégrale $\Theta(x_1, \ldots, x_n, p_1, \ldots, p_n)$ qui soit une forme quadratique en $p_1, \ldots, p_n$.

» Pour que les trajectoires de (1) soient les géodésiques de deux ds^2 correspondants non ordinaires, il faut que (2) admette deux telles solutions Θ linéairement distinctes. Quand on met en évidence, dans (2), les coefficients de Θ, les conditions obtenues ne diffèrent pas de celles que M. R. Liouville a obtenues par une voie toute différente. Elles permettent aisément de former des types de correspondants, mais la véritable difficulté consiste *à les former tous*. C'est ce problème que vient de résoudre de la manière la plus élégante M. Levi-Civita (*Annali di Matematica*, 1896), en partant de ce fait que deux systèmes correspondants, où les forces sont nulles, se transforment l'un dans l'autre par une transformation

$$dt = \lambda(x_1, \ldots, x_n)\, dt_1$$

et en s'appuyant sur certains résultats remarquables de M. Ricci. Par le fait même, la formation des correspondants *de première espèce* est effectuée.

» Passons aux correspondants *de deuxième espèce*. Posons-nous d'abord la question suivante : *Étant donné un système*

$$(3)\quad \frac{d^2 x_i}{d\theta^2} = P_i(x_1, \ldots, x_n, x'_1, \ldots, x'_n) + \beta_i(x_1, \ldots, x_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que les trajectoires de (3) *coïncident avec celles d'un système de Lagrange* (T, Q_i) ?

» Il faut pour cela et il suffit : 1° *que ce système* (3) *admette un dernier multiplicateur de la forme* $\mu(x_1, \ldots, x_n)\,[E_2 - 1]^{-\left(\frac{n+3}{2}\right)}$ *où* E_2 *est une forme quadratique en* $x'_1, \ldots, x'_n$; 2° *que les trajectoires du système*

$$(4)\qquad \frac{d^2 x_i}{d\theta^2} = P_i + \beta_i E_2$$

coïncident avec les géodésiques d'un ds^2.

» En particulier, si le système (3) provient d'un système de Lagrange (A), pour que ce système (A) admette un correspondant non ordinaire de la seconde espèce, *il faut et il suffit :* 1° *que* (A) *admette une intégrale quadratique, soit* $F_2 - \nu(x_1, \ldots, x_n) =$ const.; 2° *que, si l'on pose*

$$P_i + \beta_i \frac{F^2}{\nu} = \sum \alpha^i_{kl} x'_k x'_l,$$

le système (2) (*où l'on remplace les a par les* α) *ait une solution* Θ *quadratique en* $p_1, \ldots, p_n$. Quand $F_2 - \nu =$ const. se confond avec l'intégrale des forces

vives $T - U = \text{const.}$, les géodésiques de ds_1^2 et de $(U + h)\,ds^2$ coïncident pour une certaine valeur de h.

» Ces théorèmes montrent que le calcul de tous les correspondants d'un système (A) *donné* n'exigent jamais que l'intégration d'*équations linéaires*.

» Appliqués *au cas de* $n = 2$, ils permettent de former explicitement tous les correspondants de deuxième espèce. Le résultat s'énonce ainsi : *Considérons un système* (ds^2, U) *et soit* (A') *un de ses correspondants de première espèce de* (A), (A'_1) *un correspondant de première espèce de*

$$\left[(U + h)\,ds^2, \frac{1}{U + h}\right];$$

les deux systèmes (A') *et* (A'_1) *sont correspondants de deuxième espèce, et l'on obtient par ce procédé* TOUS *les correspondants de deuxième espèce.*

» De là résulte la formation pour $n = 2$ de tous les systèmes (A) dont les trajectoires admettent *une transformation infinitésimale*. Plus généralement, on sait former *tous les systèmes* (ds^2, Q_i), (ds^2, Q'_i) *tels que les trajectoires du premier se déduisent de celles du second par un changement des variables* x_1, x_2. Deux cas sont à distinguer suivant que le changement de variables *conserve ou non les géodésiques du* ds_1^2. Dans le premier cas, à des forces quelconques Q correspondent des forces Q′ telles que les deux systèmes de trajectoires se déduisent l'un de l'autre par la dite transformation.

» Soit, par exemple, le système $(dx_1^2 + dx_2^2, Q)$; à des forces Q *quelconques* correspondent des forces Q′ telles que les secondes trajectoires se déduisent des premières par une transformation *homographique* donnée; mais il existe d'autres systèmes de forces associées Q_1, Q_2 et Q'_1, Q'_2 pour lesquels la transformation de passage n'est pas homographique et peut être transcendante.

» Pour $n > 2$, les correspondants de première espèce de deux systèmes (T, U), $[(U + h)T, U]$ forment encore une classe remarquable de correspondants de deuxième espèce. Mais je n'ai pas démontré que cette classe soit la seule. »

MÉCANIQUE. — *Sur une proposition de Mécanique.* Note de M. F. Siacci.

« Dans la *Mécanique analytique*, la proposition suivante est donnée comme un principe de Statique :

» *De toutes les situations que prend successivement le système, celle où il a*

la plus grande ou la plus petite force vive est aussi celle où il le faudrait placer d'abord pour qu'il restât en équilibre (¹).

» Cette proposition est en opposition avec plusieurs mouvements bien connus : le mouvement elliptique des planètes, le mouvement du pendule conique ou plan, le mouvement des projectiles dans le vide, etc. ; donc elle n'est pas vraie. La réciproque est vraie, c'est-à-dire :

» *Si le système passe par une position où il pourrait rester en équilibre, dans cette position, la force vive est maxima ou minima ; ou, plus exactement, la différentielle de la force vive est nulle.*

» C'est la proposition effectivement démontrée par Lagrange. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une double série récurrente de points toujours homocycliques et de cercles toujours en collinéation, attachés aux polygones d'ordre* 3, 4, 5, ..., *résultant de* ν *droites indépendantes, employées successivement dans un ordre donné.* Note de M. **Paul Serret.**

« 1. Supposant tracées dans le même plan ν droites quelconques

$$o = T_1 = T_2 = \ldots = T_\nu,$$

groupons d'abord les deux premières droites, puis les trois premières, ensuite les quatre premières, ..., et, désignant par

$$P_2, P_3, P_4, P_5, \ldots$$

les polygones d'ordre 2, 3, 4, 5, ... formés par les droites de chaque groupe, considérons alternativement les « équilatères » (²) déterminées, ou les faisceaux d'équilatères du deuxième, troisième, quatrième, ... degré, « conjuguées » à ces polygones, ou représentées par rapport aux droites de chaque groupe par les équations suivantes :

(2) $$o = \Sigma_1^2 l_1 T_1^2 \equiv H_2,$$
(3) $$o = \Sigma_1^3 l_1 T_1^2 \equiv H_2 + \lambda H'_2;$$
(4) $$o = \Sigma_1^4 l_1 T_1^3 \equiv H_3,$$
(5) $$o = \Sigma_1^5 l_1 T_1^3 \equiv H_3 + \lambda H'_3;$$
(6) $$o = \Sigma_1^6 l_1 T_1^4 \equiv H_4,$$
(7) $$o = \Sigma_1^7 l_1 T_1^4 \equiv H_4 + \lambda H'_4;$$
....

(¹) *Mécanique analytique*, 4ᵉ édition, t. I, p. 70.
(²) *Comptes rendus*, 19 août, 26 août, 16 septembre 1895, p. 340, 372, 438.

et soient

(S) $2', (3'), 4', (5'), 6', (7'), \ldots,$

les points ou les cercles attachés alternativement aux polygones

$$P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, \ldots$$

comme centres, ou lieux du centre des équilatères (2), (3), (4), (5), (6), (7), ...

» On a établi déjà [1], et l'on peut démontrer plus directement, sur les seules équations actuelles, que chacun des *cercles* de la suite (S) passe par les deux *points* de cette suite entre lesquels il se trouve compris : Par exemple, le cercle (5′) par les points 4′, 6′.

» Pour le point 4′ cela est évident : l'équilatère (4), de centre 4′, coïncide avec celle des équilatères (5) que l'on obtient en faisant $l_5 = 0$; et son centre 4′ est un point du cercle (5′), lieu du centre de ces équilatères.

» Pour le point 6′, écrivons d'abord, au lieu de (6), avec une notation qui s'explique d'elle-même,

$$(H_4) \qquad 0 = \Sigma_1^6 l_1 T_1^4 \equiv ABCD + C_2,$$

et prenant, alternativement, par rapport à l'équilatère H_4, les premières polaires de deux points distincts p', p'' de la droite T_6, savoir

$$(H'_3) \qquad 0 = \Sigma_1^5 l_1 T'_1 T_1^3 \equiv \Sigma A' BCD + 2C_2 + C'_{2,p'},$$

$$(H''_3) \qquad 0 = \Sigma_1^5 l_1 T''_1 T_1^3 \equiv \Sigma A'' BCD + 2C_2 + C'_{2,p''},$$

éliminons, entre celles-ci, la fonction du second degré C_2. La double équation résultante

$$(H_3\text{-}H''_3) \qquad 0 = \Sigma_1^5 l'_1 T_1^3 \equiv \Sigma A' BCD - \Sigma A'' BCD + C'_{2,p'} - C'_{2,p''}$$

représentera une équilatère du troisième degré, *comprise dans la forme* (5) et ayant son centre au point 6′, centre commun de l'équilatère (6) ou (H_4), et des quatre faisceaux *réguliers*

$$0 = ABCD = \Sigma A' BCD = \Sigma A'' BCD = \Sigma A' BCD - \Sigma A'' BCD.$$

L'une des équilatères (5) a donc pour centre le point 6′, et ce point 6′ appartient au cercle (5′), lieu du centre de ces équilatères.

» 2. Cette propriété établie, les points et les cercles de la suite (S) en résultent aussitôt.

---

[1] *Comptes rendus,* 16 septembre 1895, p. 441.

» En effet, le point $2'$, attaché à l'angle $\widehat{T_1 T_2}$ comme centre de l'équilatère (2), conjuguée à cet angle, est connu *a priori* : c'est le sommet de l'angle $\widehat{T_1 T_2}$, et c'est aussi un premier point du cercle suivant ($3'$), attaché au triangle ($T_1 T_2 T_3$).

» Le cercle ($3'$) passe donc par l'un des sommets, donc par les trois sommets du triangle ($T_1 T_2 T_3$) : c'est le cercle circonscrit à ce triangle ; et c'est aussi un premier lieu du point suivant $4'$, attaché au quadrilatère ($T_1 \ldots T_4$). Ce point $4'$ est donc situé à la fois sur les quatre cercles analogues, circonscrits aux triangles formés des droites $T_1, \ldots, T_4$ prises trois à trois : par une proposition connue, c'est le foyer de la parabole inscrite au quadrilatère ($T_1 \ldots T_4$); et c'est aussi un premier point du cercle suivant ($5'$), attaché au pentagone ($T_1 \ldots T_5$).

» De là, successivement, cinq points du cercle ($5'$) dans les foyers des cinq paraboles inscrites aux quadrilatères formés des droites $T_1 \ldots T_5$ prises quatre à quatre, et la coïncidence du cercle ($5'$) avec le *cercle de Miquel* relatif au pentagone ($T_1 \ldots T_5$); puis, dans ce cercle, un premier lieu du point $6'$ attaché à l'hexagone ($T_1 \ldots T_6$) : donc ce point $6'$ lui-même, ou un premier point du cercle ($7'$); et ainsi de suite, indéfiniment.

» 3. Nous retrouvons donc de la sorte, comme application de notre théorie des équilatères d'ordre quelconque, mais avec des propriétés nouvelles et par une analyse ne portant que sur des réalités concrètes, la même série si remarquable de points et de cercles, rapportés par M. Salmon, et obtenus en premier lieu par M. Clifford, à l'aide de cette Métaphysique spéciale que ses créations mêmes n'ont pu imposer encore à tous les esprits, et qui s'est trouvé, un jour, édifiée si singulièrement, en regard du moins métaphysique des siècles et de la main des plus positifs des hommes, sur les points imaginaires de l'infini.

» Bien qu'entièrement distincts de ceux-là, théoriquement, les points et les cercles que nous venons de retrouver ne diffèrent pas, en fait, des points et des cercles de M. Clifford : comme il suit de la construction définitive des uns et des autres; et leur superposition effective entraîne seulement la superposition de leurs propriétés. C'est ainsi, par exemple, que le cercle de Miquel peut être considéré, avec M. Clifford, comme « lieu du foyer des courbes de classe 3, ayant pour tangente double la droite de l'infini, et inscrites au pentagone considéré » ; avec nous, comme « lieu du centre des équilatères du troisième degré conjuguées à ce même pentagone ». Mais ces équilatères cubiques et ces courbes spéciales de classe 3

ne paraissent avoir d'autre lien entre elles que celui qui assigne un même cercle comme lieu géométrique du centre des unes et du foyer des autres. »

PHYSIQUE. — *Sur la convection électrique suivant les lignes de force, produite par les rayons de Röntgen.* Note de M. **Auguste Righi**, présentée par M. Mascart. (Extrait.)

« Dans mes publications diverses sur les phénomènes électriques produits par les rayons de Röntgen, j'ai toujours interprété les faits observés comme s'il était démontré que le mécanisme de la propagation de l'électricité est le même que lors de la dispersion par les pointes aiguës, ou de la dispersion à la surface des conducteurs chauffés au rouge, ou de la dispersion produite par les rayons ultra-violets. Je me réservais de montrer, dans un Mémoire comprenant l'ensemble de mes recherches sur ces phénomènes, de quelle manière l'électricité se propage dans les gaz traversés par ces rayons; je crois bon cependant de faire connaître, dès à présent, quelques expériences qui me paraissent démonstratives.

» Une boule métallique est placée à quelques centimètres d'une lame d'ébonite qui porte, sur la face extérieure, une armature métallique. Entre la lame et la boule, on place une petite croix d'ébonite. La boule et l'armature sont maintenues chargées d'électricités contraires, au moyen d'une petite machine électrique.

» Si, la boule étant négative, on fait tomber sur sa surface des rayons ultra-violets, on obtient sur l'ébonite, après un temps suffisant, l'*ombre électrique* de la croix. Il suffit de prendre la lame d'ébonite et de projeter sur elle le mélange de soufre et minium, pour voir apparaître une croix jaune sur fond rouge.

» Au lieu des rayons ultra-violets, faisons agir les rayons X. Dans ce but, on emploie un tube de Crookes placé de manière que les rayons X qui en émanent traversent l'air qui se trouve entre la boule et la lame. Il est bon de placer, entre le tube et les autres appareils, une grande lame mince d'aluminium (ou mieux de renfermer le tube dans une enceinte métallique) communiquant avec le sol. Le résultat de l'expérience est le même que précédemment.

» La forme de l'ombre et la place qu'elle occupe indiquent qu'elle est projetée par les lignes de force. La croix arrête mécaniquement celles des particules électrisées qui se meuvent suivant les dites lignes, qui la rencontrent, de manière qu'elles ne peuvent pas aller déposer leur charge sur l'ébonite.

» La poudre jaune qui adhère dans l'ombre y est attirée par la charge d'influence de l'armature.

» Pour juger jusqu'à quel point les trajectoires des particules électrisées coïncident avec les lignes de force, j'ai eu recours aux systèmes cylindriques, comme j'avais fait déjà lors de mes recherches sur les autres cas de dispersion.

Au lieu de la boule, on emploie un long cylindre et, au lieu de la croix, une bande rectangulaire d'ébonite. Les lignes de force sont alors des arcs de cercle, et il est aisé de calculer d'avance la place que l'ombre de la bande doit occuper. Après l'expérience, on vérifie que l'ombre occupe sensiblement la place prévue.

» Il me semble que ces expériences montrent bien l'existence d'une convection suivant les lignes de force et viennent ainsi confirmer mes vues anciennes sur le mécanisme de la propagation de l'électricité dans les gaz.

» Je suis heureux de constater l'accord entre ma manière de voir et celle qu'a formulée récemment M. Villari [1]. Ce physicien conclut, de ses ingénieuses expériences, que la dispersion produite par les rayons X est une convection : mes expériences précisent davantage le mécanisme du phénomène, en indiquant quelles sont les trajectoires parcourues. »

PHYSIQUE. — *Utilité, en radiographie, d'écrans au sulfure de zinc phosphorescent; émission, par les vers luisants, de rayons traversant le papier aiguille.* Note de M. **Charles Henry**.

« Je substitue aux écrans simplement fluorescents de platino-cyanure de baryum, de tungstate de calcium, etc., un écran de mon sulfure de zinc phosphorescent, recouvert d'une feuille de papier aiguille et j'applique sur le papier l'objet à radiographier. Après quelques minutes d'exposition au rayonnement de l'ampoule de Crookes, je transporte l'écran dans la chambre noire; les profondeurs de l'objet, opaques aux rayons Röntgen, apparaissent en noir, les parties transparentes en clair; je puis étudier à loisir, pendant un quart d'heure au moins, les moindres détails de l'image; en chauffant légèrement l'écran avec une source de chaleur obscure, je puis continuer plus longtemps cet examen. Cette méthode, qui permet une grande économie d'énergie électrique et d'ampoules, se recommande dans les exhibitions, les cours et dans tous les cas où l'on n'a pas besoin de conserver le document radiographique.

» Le sulfure de zinc phosphorescent est incomparablement plus sensible aux rayons Röntgen que le sulfure de calcium; si l'on expose pendant cinq minutes, à un même rayonnement de l'ampoule, une plaque *émaillée* de sulfure de calcium et un écran de sulfure de zinc, la première est à peine brillante tandis que le deuxième est voisin de sa saturation lumineuse.

---

[1] *Comptes rendus*, 13 juillet 1896.

» J'ai eu l'occasion, ces derniers soirs, de placer, durant des temps variant d'une demi-heure à deux heures, quelques vers luisants sur des plaques photographiques enveloppées de papier aiguille : au développement, on distingue sur la plaque des traînées noires et blanches, qui reproduisent assez exactement l'itinéraire parcouru par les lanternes sous-ventrales de ces capricieux animaux ([1]). »

ANTHROPOLOGIE. — *Le gisement quaternaire de la Micoque.* Note de MM. **G. Chauvet** et **E. Rivière**.

« Le gisement quaternaire et préhistorique de la Micoque a été découvert au mois de juin 1895 par l'un de nous qui y fit, à cette époque, une première fouille, pendant le cours des recherches qu'il avait entreprises dans une grotte de la commune de Tayac sous les auspices de l'Académie ([2]). Il a été exploré de nouveau, ces jours derniers, une plus grande étendue, notamment par l'autre d'entre nous (M. Chauvet).

» Ce sont les premiers résultats de ces communes recherches que nous exposons dans cette Note.

» Ce gisement, sis dans le département de la Dordogne, arrondissement de Sarlat, canton de Saint-Cyprien, commune de Tayac, hameau de la Micoque, à peu de distance du village du Mas, est situé à une trentaine de mètres au-dessus de la prairie traversée par le ruisseau de Manaurie, un des affluents de la Vézère. Il se trouve à mi-flanc d'un coteau en partie boisé, exposé à l'ouest, et forme une sorte de talus peu élevé que recouvrent des blocs de rocher peu considérables, qui paraissent être descendus de la hauteur.

» Le talus a été attaqué par nos fouilles sur une longueur de 17^{m}, une hauteur de $1^{m},80$ et une profondeur de 3^{m}.

» L'exploration nous a révélé l'existence d'un dépôt quaternaire, à la fois anthropologique et paléontologique, se présentant parfois sous forme de brèche, qui pénètre horizontalement dans le coteau; il repose sur un fond de roches, dont la surface irrégulière offre une série de dépressions et dont l'épaisseur oscille entre 10^{cm} et 30^{cm}.

» La couche est remarquable d'abord par son aspect d'un blanc légèrement jaunâtre. Elle renferme, soit soudés en brèches généralement peu

---

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

([2]) E. Rivière, *Rapport à l'Académie des Sciences*; juillet 1895.

dures, soit comme pièces isolées, un très grand nombre d'ossements et de dents d'animaux, et de non moins nombreux silex taillés par la main de l'homme. Mais, tandis que les ossements se rencontrent à peu près partout, c'est-à-dire sur toute l'étendue de ladite couche, par contre, les dépressions que nous venons de signaler contiennent, plus spécialement, les silex taillés les plus beaux et les mieux conservés.

» Deux choses donc sont à indiquer ici : 1° la faune contemporaine des hommes quaternaires de la Micoque; 2° l'industrie de ces hommes.

» A. Faune. — La faune de la Micoque est, nous pouvons le dire, presque exclusivement représentée par *une seule espèce* animale : un Équidé de grande taille.

» En effet, sur un millier au moins de pièces osseuses et dentaires que nous avons recueillies jusqu'à ce jour, nous n'en avons trouvé que *quatre* provenant d'un autre animal, un Bovidé : ces dernières sont *deux* dents molaires inférieures et *deux* os du pied, dont un métacarpien. Le Cheval, par contre, est tellement abondant dans notre gisement, il y a laissé tant de restes, que l'un de nous y a trouvé, dans une seule journée, avec l'aide des ouvriers qu'il a employés, *trois cents et quelques dents* de cheval. Les os, tout aussi nombreux, sont rarement entiers, à l'exception de ceux du carpe, du tarse et des phalanges; mais la plupart des os longs sont brisés et fendus longitudinalement par l'homme. C'est ainsi que nous avons pu ramasser, sous la pioche des ouvriers, un grand nombre de diaphyses osseuses, ainsi divisées.

» Aucun autre animal n'a été rencontré, jusqu'à présent du moins, dans les fouilles de la Micoque, si ce n'est peut-être le Blaireau (*Meles taxus*), dont l'un de nous a trouvé, non pas en place, mais au pied du gisement, avec des os de Cheval en provenant, la mandibule inférieure droite et partie de celle du côté gauche. Nous ne la citons qu'avec réserve, la pièce pouvant laisser certains doutes touchant sa contemporanéité avec les os et les dents du Cheval et du Bœuf [1].

» Nous ajouterons que les Mollusques font absolument défaut à la Micoque, où aucune coquille terrestre, fluviatile ou marine n'a été rencontrée.

» Quant à l'homme, nous n'avons découvert non plus aucun de ses restes, aucune trace de son squelette.

» B. Industrie. — Si la faune est des plus pauvres et, par suite, n'offre qu'un intérêt relativement secondaire, l'industrie des hommes de la Micoque, industrie toute de silex, tout en n'affectant qu'un petit nombre de formes, nous paraît d'une réelle importance, surtout lorsque l'on considère que le gisement qui la renferme est à quelques centaines de mètres

---

[1] Au moment où nous terminons cette Note, une dent canine de grand carnassier, l'Ours très probablement, vient d'être trouvée par l'un des ouvriers, mais en très mauvais état et brisée en plusieurs fragments.

seulement des deux stations classiques de Laugerie-Haute et de Laugerie-Basse.

» En effet, nous ne trouvons ici aucun os taillé pour servir d'arme ou d'outil, aucun os gravé ou sculpté, aucune dent ou coquille percée ayant pu servir d'ornement, de bijou ou d'amulette; mais l'industrie y est exclusivement représentée par des silex taillés, silex blancs légèrement jaunâtres, offrant quatre types principaux chelléo-moustériens, qui sont :

» 1° La hache en amande, très allongée, bombée plus ou moins fortement et retaillée sur ses deux faces, souvent même finement, et terminée, en général, par une pointe très aiguë. Sa longueur varie entre $0^m,05$ et $0^m,13$;

» 2° La même hache, tout au moins comme forme et comme fini, mais dont l'une des deux faces est plane et sans retouches, tandis que l'autre est plus ou moins bombée et retaillée comme la hache du premier type.

» Nous avons recueilli, en quelques journées de fouilles, plus de deux cents haches en silex, des types 1° et 2°.

» 3° Le râcloir moustérien, assez nombreux également ici;

» 4° Le silex discoïde, de la grandeur d'une pièce de cinq francs.

» Nous devons ajouter que, parmi les centaines de silex taillés, non compris les éclats, que nous avons trouvés pendant ce court espace de temps, nous n'avons rencontré que *deux lames* magdaléniennes et *deux grattoirs,* dont un grattoir-pointe à base très épaisse et retaillée à grands coups; enfin quelques *nucléus*.

» C'est la première fois, croyons-nous, qu'on trouve, dans la région des Eyzies, un gisement quaternaire chelléo-moustérien, c'est-à-dire absolument différent de ceux de Laugerie-Haute et de Laugerie-Basse, pour ne citer que les deux stations préhistoriques les plus voisines.

» Nous continuons l'exploration de la Micoque : si quelque fait nouveau intéressant nous est ultérieurement révélé, nous aurons l'honneur d'en informer l'Académie. »

M. J. Joffroy adresse une Note relative à un théorème de Géométrie.

M. N. Bignan adresse une Note relative au sulfure de magnésium.

Les analyses effectuées par l'auteur le conduisent à cette conclusion « qu'il y a une réelle difficulté à obtenir du sulfure de magnésium anhydre

par la voie humide, malgré la résistance apparente du sel formé à l'action décomposante de l'eau ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 aout 1896.

Flore de France ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine, par M. G. Rouy, ancien Vice-Président de la Société botanique de France, etc. et M. J. Foucaud, chef du jardin botanique de la Marine, etc. Tome III, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Journal de Pharmacie et de Chimie, rédigé par MM. Planchon, Riche, Jungfleisch, Petit, Villejean, Bourquelot et Marty. N° 4. 15 août 1896. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, journal des candidats aux Écoles spéciales, à la Licence et à l'Agrégation, dirigé par MM. C.-A. Laisant et X. Antomari. Août 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et M. Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance des 11 et 18 août 1896. Paris, Masson et Cie; 2 fasc. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. 1896. N° 27. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Observations publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande. Volume quatorzième, première livraison : *Observations météorologiques faites à Helsingfors en* 1895. Helsingfors, 1896; 1 fasc. in-4°.

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de M. A. Mosso, Professeur de Physiologie de l'Université de Turin. Tome XXV, fasc. III. Turin, H. Loescher; 1 fasc. in-8°.

United States geological survey. Charles D. Walcott, Director. Sixteenth annual report: 1894-95. Part. II, III, IV. Washington, 1895; 3 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 AOUT 1896.

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Henri Resal,* Membre de la Section de Mécanique, décédé le 22 août à Annemasse (Haute-Savoie) après une courte maladie.

Ses obsèques ont eu lieu le 25 août, à Étang-sur-Arroux (Saône-et-Loire).

ARITHMÉTIQUE. — *Au sujet des nombres premiers dont un nombre quelconque donné ne peut être racine primitive.* Note de M. **de Jonquières**.

« Une faute d'impression, qui s'est glissée dans le *Compte rendu* de la séance du 17 août 1896 (t. CXXIII, page 374, ligne 25), dénature la for-

mule, concernant le nombre 7, que le P. Pépin avait bien voulu me communiquer : au lieu de $p - 28t + (\ldots)$, il faut lire $p = 28t + (\ldots)$, et je devais cette rectification à mon savant et obligeant correspondant. J'aurais pu, il est vrai, me borner à la présenter dans l'*Errata* (¹); mais, outre qu'elle y eût été moins aisément remarquée, il m'a paru plus convenable d'en faire l'objet d'une courte Note, d'autant qu'elle me fournit l'occasion d'une observation plus générale, qui ne sera peut-être pas sans intérêt pour les personnes qui s'occupent de ce genre de questions.

» La formule dont il s'agit pour le nombre 7, déduite par le P. Pépin de la *loi de réciprocité* due à Legendre, découle directement aussi des règles que Gauss a formulées dans les nos 147, 148 et 149 des *Disquisitiones*. Ces règles tracent clairement et brièvement la marche à suivre pour écrire d'un seul coup les formes linéaires de tous les nombres premiers qui sont *diviseurs* de la formule $x^2 \mp A$, où x^2 est un carré indéterminé et A un nombre quelconque donné, et où il faut prendre le signe supérieur si A impair est de la forme $4n + 1$, et le signe inférieur s'il est de la forme $4n - 1$, et pareillement si, A étant pair et égal à $\pm 2Q$, Q est de l'une des formes $8n + 1, 7$, ou bien $8n + 3, 5$. Les nombres premiers contenus dans les formes de diviseurs déterminés de la sorte étant aussi, je le répète, tels, que A ne peut être racine primitive d'aucun d'eux, il s'ensuit que le problème, signalé incidemment, pour les cas particuliers de $A = 2, 3, 5$ dans l'appendice final de ma Communication du 29 juin 1896 (et qui, je crois, n'avait pas encore été explicitement énoncé), se trouve rigoureusement résolu pour toutes les valeurs possibles de A.

» On trouve ainsi, pour citer un nouvel exemple, que le nombre 11 ne peut être racine primitive d'aucun des nombres premiers contenus dans l'une ou l'autre des dix formes suivantes :

$$44t + (1, 5, 7, 9, 19, 25, 35, 37, 39, 43),$$

savoir 19, 37, 43, 79, 83, 89, 97, 107, 113, ..., etc. »

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 374, ligne 13, *au lieu de*

$$kI + a\,(k = 0, 1, 2, 3, \ldots),$$

lisez

$$kt + a\,(t = 0, 1, 2, 3, \ldots).$$

BOTANIQUE. — *Caractères extérieurs et modes de répartition des petits tubercules ou tuberculoïdes des Légumineuses.* Note de M. **D. Clos.**

« La vaste famille des Légumineuses à laquelle, en considération de la composition si variée des feuilles et de la singulière conformation de la fleur du groupe papilionacé, on a été parfois tenté d'assigner le premier rang dans le règne végétal, a encore gagné en importance dans ces dernières années, par les nombreuses recherches qu'ont suscitées, au double point de vue micrographique et physiologique, les petits renflements ou *tuberculoïdes* (¹), d'une organisation toute spéciale, dont sont fréquemment chargées leurs racines.

» Mais l'étude morphologique de ces singuliers appareils, sur lesquels j'appelais l'attention dès 1848 (*Ébauche de la Rhizotaxie*) et en 1852 (*Annales des Sciences naturelles*), n'a peut-être pas encore été suffisamment approfondie; elle comporte avant tout la comparaison détaillée du plus grand nombre d'espèces possible, appartenant à la plupart des genres, et fournies soit par les herbiers, soit par les jardins botaniques et les flores locales. Ces trois sources d'informations ont été mises à contribution à l'École de Botanique de Toulouse pour la rédaction de la présente Note.

» 1. La grosseur des tuberculoïdes, toujours très réduite, varie d'une tête d'épingle à celle d'un pois; leur forme peut se rapporter à deux types : tantôt et le plus souvent, passant de la globuleuse à l'ovoïde ou à l'ellipsoïde, tantôt en poire ou aplatis en bourse à pasteur, ou en éventail plus ou moins lobé, parfois renflés en fraise, avec ou sans pédicule. La plupart des espèces n'ont que des tuberculoïdes du premier type; plusieurs, notamment les *Ervum hirsutum* et *tetraspermum,* montrent l'association des deux. Leur nombre, rarement très grand (Galéga), est limité chez la majorité d'entre elles, tandis que d'autres n'en portent, suivant les pieds, qu'un ou deux ou même pas du tout. Il en est qui en sont constamment dépourvues (Pois oléagineux de Chine).

» Leur existence ou leur absence ne paraît être en rapport ni avec la forme ou la consistance des racines, ni avec leur degré de vigueur ou de

---

(¹) Voir *Revision des tubercules des plantes et des tuberculoïdes des Légumineuses* (*Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse* 1893).

développement; et, à la simple inspection de la plante encore fixée au sol, il est impossible de rien conjecturer à cet égard. S'ils manquent aux racines grêles, longues, pivotantes et très peu ramifiées de quelques espèces de Trèfles (*Trifolium argentifolium, T. arvense*, etc.), *Medicago* (*M. elegans, M. orbicularis*), *Scorpiurus* (*S. vermiculata*), etc., ils recouvrent le pivot non moins tenu des *Lotus conimbricensis, subpinnatus*, etc.

» Mais à part quelques autres espèces, où la position des tuberculoïdes est la même, ceux-ci s'observent soit sur les divisions de la racine et les radicelles, soit à la fois sur elles et sur l'axe primaire, même sur le rhizome, chez les unes épars et solitaires, chez les autres diversement groupés, géminés, en croix, en lignes régulières ou non, en chapelets, etc., également distribués sur les diverses parties, ou plus nombreux soit vers le haut, soit vers le bas du système souterrain.

» Certains arbres (Gainier, Sophora), dont les jeunes pieds en sont toujours dépourvus, en produisent-ils à un âge plus avancé?

» L'organisation intérieure des tuberculoïdes est, d'après les recherches d'habiles micrographes, toute différente de celle des radicelles; je n'ai jamais pu suivre le passage des uns aux autres, ou découvrir des organes intermédiaires, double argument en faveur de l'autonomie de chacun de ces corps.

» Le fait incontestable de l'existence ou de l'absence des tuberculoïdes dans deux espèces d'un même genre (les *Phaseolus nanus* et *ricciardianus*) ou dans des espèces de genres voisins (*Phaseolus, Soja, Lablab*), ou dans certains pieds d'une espèce à l'exclusion des autres, ne me paraît susceptible d'aucune explication plausible, à moins d'invoquer cette supposition toute gratuite que les plantes où ils font défaut sont douées de la faculté d'absorber l'azote directement.

» 2. L'examen des tuberculoïdes dans les diverses tribus ou sous-tribus des Papilionacées a donné les résultats suivants :

» Astragalinées. — Ces petits corps paraissent manquer aux genres *Oxytropis* et *Phaca* et à la plupart des espèces d'Astragales à l'exception des *Astragalus arenarius* et *glycyphyllos* (d'après Erikson); *Astr. hamosus* et *Biserrula Pelecinus* n'en montrent que sur quelques rares pieds.

» Galégées. — Je les ai vainement cherchés chez *Psoralea bituminosa* (où ils ont été signalés par trois botanistes) et chez *Dalea alopecuroides, Lessertia brachystachya*. De jeunes pieds de *Sutherlandia frutescens* en portaient à l'exclusion d'autres; ils abondent chez *Darlingtonia glandulosa* et surtout chez *Galega officinalis*. Plusieurs espèces de Caragans et d'Indigotiers, *Clianthus puniceus*, Baguenaudier et Robinier faux Acacia, sont cités comme pourvus de ces petits corps.

» Viciées. — A peu près tous les genres examinés de cette tribu sont dans le même cas, à part *Ervilia sativa*, où ils font presque toujours défaut; les *Ervum lens* et *hirsutum* en ont, mais non *E. nigricans*; une douzaine d'espèces de Vesces et autant de Gesses observées m'en ont offert, de même que les Fèves, Pois et Pois chiches. Je n'ai pu en voir chez *Lathyrus sativus*.

» Hédysarées. — Très nombreux chez la Pistache de terre (*Arachis*) et *Bonaveria securigera*, *Hedysarum coronarium*; ils appartiennent aussi aux *Coronilla scorpioides*, *Hippocrepis unisiliquosa*, aux *Ornithopus perpusillus, compressus, ebracteatus,* manquant ou non à *Scorpiurus subvillosa*, *Coronilla cretica* (3 pieds en ayant sur 5), *Ornithopus sativus*, aux *Onobrychis petræa*, *Crista-galli* et *Caput-galli*; vainement cherchés par moi chez *Hedysarum capitatum*, *Lespedeza villosa*, *Adesmia muricala*.

» Phaséolées. — Existence de tuberculoïdes constatée chez *Apios*, *Pachyrhizus*, les *Phaseolus vulgaris* et *multiflorus*. Je les ai vus très abondants aux racines du *Phas. nanus* et du *Vigna glabra,* très gros chez ce dernier; certains pieds de *Dolichos sesquipedalis* en portaient à l'exclusion d'autres; enfin je n'ai pu en trouver trace chez *Soja hispida, Lablab vulgaris, Phaseolus Ricciardi*.

» Génistées. — Ils ont été figurés depuis longtemps chez les Lupins, où ils se font remarquer par leur grosseur, et on les a signalés aussi sur : *Adenocarpus intermedius, Ononis arvensis*, les *Genista virgata* et *canariensis*, *Cytisus ramosissimus*, *Anthyllis vulneraria*. Le *Sarothamnus scoparius* m'en a offert de deux sortes; un pied de *Genista canariensis* n'en avait que deux, et le *Gen. umbellata*, l'Ajonc commun, le *Crotalaria incana* et l'*Anthyllis tetraphylla* en étaient complètement dépourvus.

» Trifoliées. — Sous-tribu dont la plupart des représentants sont riches en tuberculoïdes, notamment : 1° Dans le genre Trèfle, où une trentaine d'espèces en sont munies, où quelques-unes (les *Trifolium Bocconi*, *pannonicum*, *arvense*, *angustifolium*, *glomeratum*, *scabrum*) en manquent le plus souvent, alors que d'autres (les *T. campestre*, *fragiferum*) n'en ont que sur certains pieds. 2° Dans les Luzernes (*Medicago*), où j'ai constaté leur présence chez dix-huit espèces, leur absence chez les *Med. græca*, *laciniata*, *littoralis*, *Murex*, *sphærocarpa*, et leur rareté chez les *Med. Gerardi*, *orbicularis*, *elegans*, *minima*, *disciformis*.

» Les Trigonelles (une douzaine d'espèces) en ont, mais en petit nombre. Les Mélilots (dix espèces examinées) sont moins bien partagés, plusieurs représentants du genre n'en offrant que sur certains pieds, notamment les M. officinal, blanc et sillonné. Les Lotiers en sont bien mieux fournis, car, sur dix-huit espèces, deux seulement (les *Lotus jacobæus* et *pilosissimus*) en manquaient, et les autres espèces, de même que le *Tetragonolobus conjugatus*, en avaient les racines chargées. Il en était de même de l'*Hymenocarpus circinatus*.

» Quant aux deux autres grands groupes des Légumineuses, *Cæsalpiniées* et *Mimosées*, ils paraissent être moins bien partagés à cet égard que les *Papilionacées;* je n'ai pu trouver trace de tuberculoïdes d'une part, chez des espèces de *Cassia*, de *Styphnolobium* et de Gainier (*Cercis*), de l'autre, sur une racine très rameuse de Sensitive (*Mimosa pudica*). *Acacia*

lunata et *A. dealbata* portaient chacun sur un pied, le premier deux tubercules, le deuxième un seul, de conformation ordinaire, tandis qu'au rapport de M. le Dr Trabut, les *A. pycnantha* et *melanoxylon* ont leurs radicelles renflées en nombreux tubercules ascendants. Mais ceux-ci appartiennent-ils bien à la catégorie des tuberculoïdes, de même que ceux de l'Aune commun décrits et figurés par H. Schacht? »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Eug. La Combe** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à la loi de Newton et à divers problèmes de Mécanique générale.

(Commissaires : MM. Mascart, Sarrau, Léauté.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *de Villiers du Terrage,* intitulé « Note sur une trouvaille de l'âge du cuivre, faite à Tourc'h ». (Extrait du *Bulletin de la Société archéologique du Finistère,* 1896.)

GÉODÉSIE. — *Sur le rôle des erreurs systématiques dans les nivellements de précision.* Note de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Pour caractériser la précision d'un réseau de nivellement, on se contente habituellement de donner son erreur accidentelle kilométrique, déduite, soit de la comparaison des opérations multiples exécutées sur chaque section, soit des écarts de fermeture des polygones du réseau.

» Or, le plus souvent, aux erreurs accidentelles s'ajoutent des erreurs systématiques ([1]) dont l'influence, inappréciable sur de petits parcours, dépasse de beaucoup celle des erreurs accidentelles sur des lignes étendues. Les erreurs systématiques peuvent être évaluées de deux manières diffé-

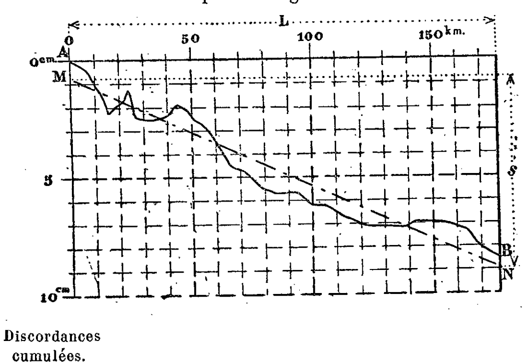
---

([1]) Voir, à ce sujet, notre *Nivellement de haute précision,* n° 90. Paris, 1889; Baudry, éditeur.

rentes : soit en considérant la discordance progressive entre les deux opérations de sens inverse effectuées sur chaque section (côté commun à deux polygones) (*fig.* 1), ou sur chaque tronçon homogène de section

Exemple de diagramme figuratif des discordances cumulées entre les deux opérations d'aller et de retour.
(Section K'T' du réseau fondamental du Nivellement général de la France.)

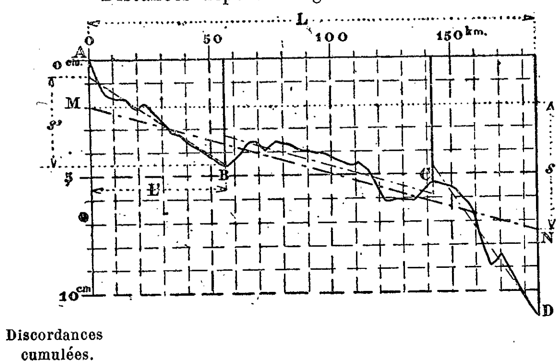
Fig. 1.



(*fig.* 2), soit en retranchant, des écarts de fermeture des polygones, la part

Exemple de diagramme figuratif des discordances cumulées entre les deux opérations d'aller et de retour.
(Section F'K' du réseau fondamental du Nivellement général de la France.)

Fig. 2.



connue des erreurs accidentelles, et en attribuant le reste aux erreurs systématiques (¹).

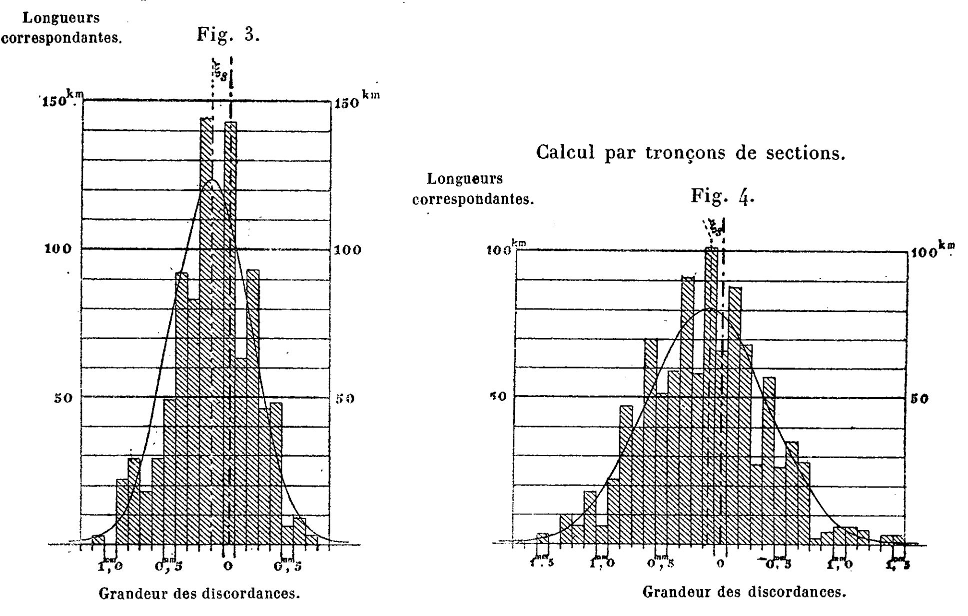
(¹) Soient L la longueur d'une section (ou d'un tronçon de section); s la discordance totale correspondante entre les deux opérations; Δ la discordance entre deux repères consécutifs; r leur écartement; N_r le nombre total des repères du réseau;

» Le Tableau et les diagrammes ci-après (*fig.* 3 à 8) donnent les résul-

Diagrammes des discordances systématiques entre l'aller et le retour, classées d'après leur valeur kilométrique et d'après la longueur totale des cheminements de même erreur.

RÉSEAU FRANÇAIS.

Calcul par sections entières.



η'_r le coefficient kilométrique probable de l'erreur accidentelle; σ_r le coefficient correspondant d'erreur systématique déduit de la comparaison de l'aller et du retour; σ'_r le même coefficient déduit des écarts de fermeture des polygones; ΣF^2 la somme des carrés de ces écarts, y compris celui du polygone enveloppe; les quantités η_r, σ_r sont données par les formules ci-après :

$$\eta_r = \pm \frac{1}{3}\sqrt{\frac{\Sigma \frac{\Delta^2}{r} - \Sigma \frac{S^2}{L}}{N_r}}, \qquad \sigma_r = \pm \frac{1}{3}\sqrt{\frac{\Sigma \frac{S^2}{L}}{\Sigma L}}.$$

D'autre part, si l'on égale à la somme des carrés des écarts de fermeture des polygones la somme des carrés des erreurs accidentelles et systématiques affectant chacune des sections du réseau, on a sensiblement la relation

$$\tfrac{9}{2}(\eta_r^2 \Sigma L + \sigma_r'^2 \Sigma L^2) = \Sigma F^2,$$

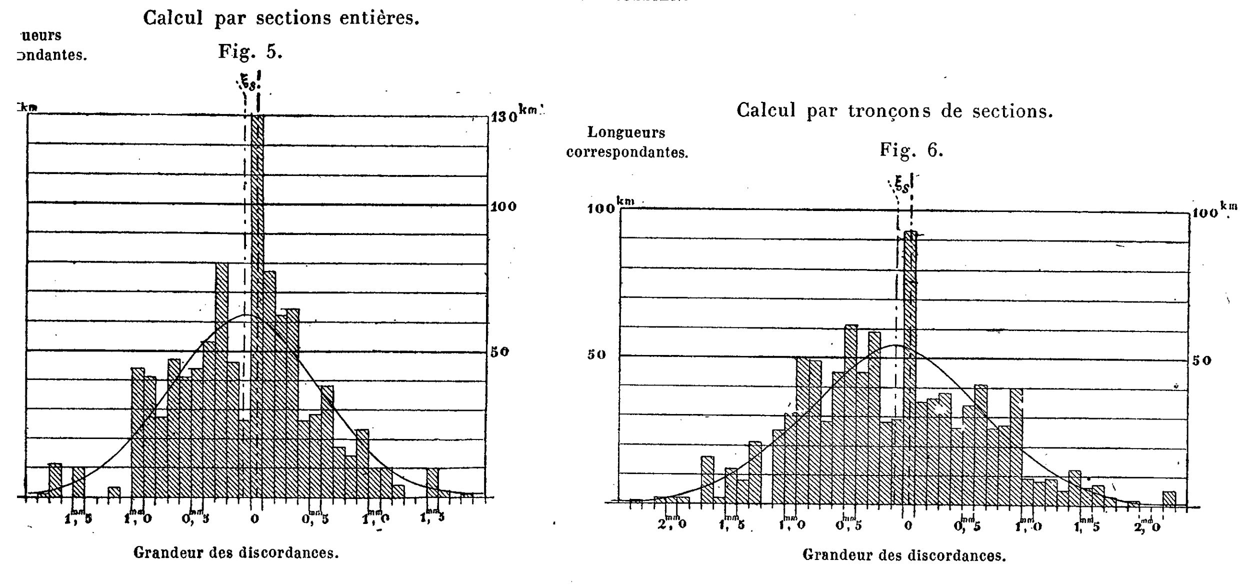
d'où l'on tire

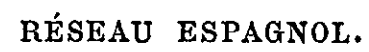
$$\sigma'_r = \sqrt{\frac{\frac{2}{9}\Sigma F^2 - \eta_r^2 \Sigma L}{\Sigma L^2}}.$$

Nous avons publié une démonstration complète de ces formules dans les *Comptes rendus de la onzième Conférence générale de l'Association géodésique internationale*. Berlin, G. Reimer, éditeur; 1896.

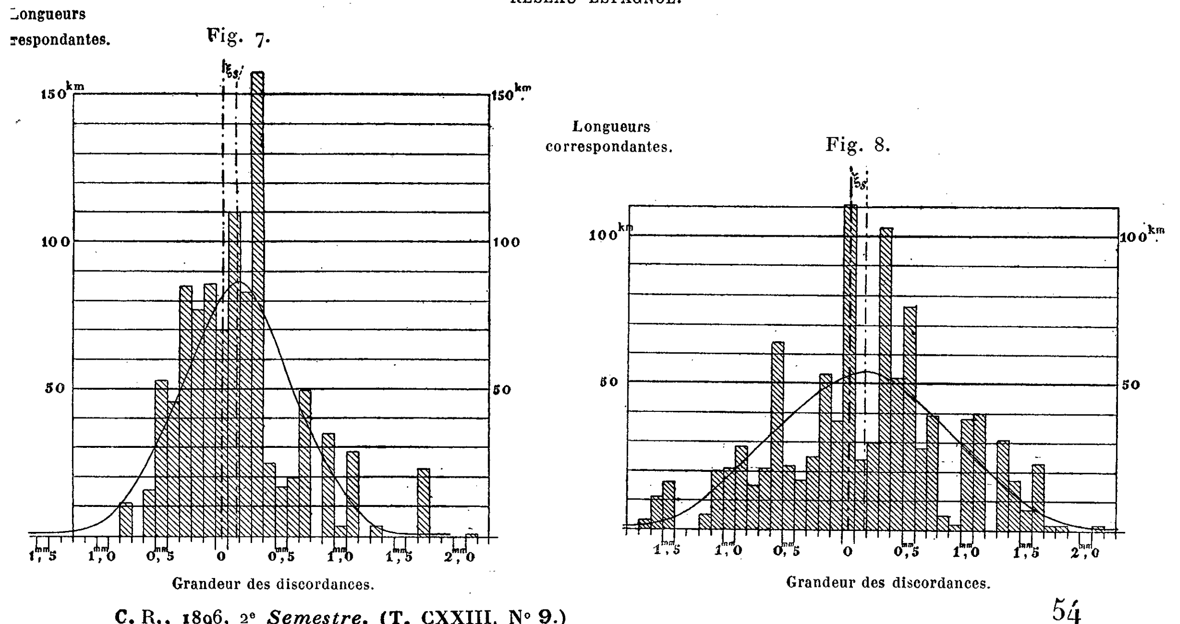
Diagrammes des discordances systématiques entre l'aller et le retour, classées d'après leur valeur kilométrique et d'après la longueur totale des cheminements de même erreur.

RÉSEAU PRUSSIEN.





RÉSEAU ESPAGNOL.



tats de l'application de ces méthodes au réseau fondamental du nivellement général de la France et à quelques réseaux étrangers.

Erreurs accidentelles et systématiques probables de quelques grands réseaux de nivellements de précision.

	Réseaux			
	austro-hongrois [1].	espagnol [2].	prussien [3].	français.
Longueur totale des lignes polygonales considérées (ΣL)	9150^{km}	6730^{km}	15100^{km}	10800^{km}
Époque d'exécution des opérations	1872 à 1890	1871 à 1887	1867 à 1888	1884 à 1894
Développement moyen d'un polygone	540^{km}	690^{km}	300^{km}	550^{km}
Développement du polygone enveloppe du réseau	4717^{km}	4436^{km}	5641^{km}	3900^{km}
Écart de fermeture du polygone enveloppe du réseau (Σf_r)	84^{mm}	297^{mm}	98^{mm}	51^{mm}
Longueur moyenne d'une section	75^{km}	135^{km}	73^{km}	108^{km}
Longueur moyenne des tronçons de même discordance systématique	»	62^{km}	47^{km}	56^{km}
Erreur systématique probable par kilomètre — Calcul par sections entières — D'après la comparaison des deux opérations d'aller et de retour (σ_r)	»	$0^{mm},17$	$0^{mm},22$	$0^{mm},12$
Erreur systématique probable par kilomètre — Calcul par sections entières — D'après les écarts de fermeture des polygones (σ_1)	$0^{mm},18$	$0^{mm},14$	$0^{mm},08$	$0^{mm},11$
Erreur systématique probable par kilomètre — Calcul par tronçons de sections de même discordance systématique. — D'après la comparaison des deux opérations d'aller et de retour (σ'_r)	»	$0^{mm},26$	$0^{mm},27$	$0^{mm},18$
Erreur systématique probable par kilomètre — Calcul par tronçons de sections de même discordance systématique. — D'après les écarts de fermeture des polygones (σ'_1)	»	$0^{mm},20$	$0^{mm},10$	$0^{mm},15$
Erreur accidentelle probable par kilomètre, déduite de la comparaison des résultats des deux opérations (η_x)	1^{mm}	$1^{mm},30$	$0^{mm},80$	$0^{mm},79$
Écart moyen de fermeture d'un polygone ($\mathcal{L}$)	$\pm 85^{mm}$	$\pm 110^{mm}$	$\pm 34^{mm}$	$\pm 60^{mm}$
Réduction maxima pour 100 de l'écart moyen de fermeture, en supposant nulles les erreurs accidentelles $\left(1-\frac{\mathcal{L}_0}{\mathcal{L}}\right)100$.	13 %	19 %	30 %	16 %
Réduction maxima pour 100 de l'écart moyen de fermeture, en supposant nulles les erreurs systématiques $\left(1-\frac{\mathcal{L}_1}{\mathcal{L}}\right)100$.	53 %	45 %	26 %	50 %

» On peut tirer de là, semble-t-il, les conclusions suivantes :

» 1° A peu d'exceptions près, les nivellements de précision sont tous affectés d'erreurs systématiques, dont le coefficient probable, dans la moyenne des deux opérations, peut varier de $0^{mm},05$ à $0^{mm},30$ par kilomètre.

» 2° Par suite de la compensation partielle des erreurs systématiques dans la moyenne, leur coefficient kilométrique déduit des écarts de fermeture est toujours inférieur de beaucoup à celui tiré des discordances entre les deux opérations.

---

(1) *Mittheilungen des K. und K. Militär geographischen Institutes*, t. XI, 1891 et t. XIV, 1894; Vienne.

(2) *Memorias del Istituto geografico y estadistico*, t. I, II, III, IV, V, VI, VII et VIII; Madrid, 1871 à 1887.

(3) *Nivellements der trigonometrischen Abtheilung der Landes Aufnahme*, t. VIII; Berlin, 1894.

» 3° Le calcul par sections entières donne des coefficients un peu plus faibles et un peu moins discordants que le calcul par tronçons de sections, plus rationnel en apparence, mais aussi plus arbitraire.

» 4° L'influence des erreurs systématiques est surtout à craindre sur les sections de grande longueur, dans les réseaux à grandes mailles. En attribuant, comme on le fait d'habitude, aux seules erreurs accidentelles les écarts de fermeture, on obtient des chiffres trop forts pour le coefficient kilométrique de ces erreurs. Ainsi, pour les réseaux français et prussien, ce coefficient serait à peu près doublé ($1^{mm},7$ ou $1^{mm},5$, au lieu de $0^{mm},8$).

» Toutes choses égales d'ailleurs, les réseaux à grandes mailles paraissent ainsi moins précis.

» 5° Généralement, la part des erreurs systématiques, dans les écarts de fermeture, est bien supérieure à celle des erreurs accidentelles. Si ces dernières s'annulaient, les écarts de fermeture, pour trois sur quatre des réseaux ci-dessus, ne diminueraient, en moyenne, que de 13 à 19 pour 100, tandis que la suppression des erreurs systématiques les réduirait à peu près de moitié.

» 6° Pour augmenter la précision des grandes lignes de nivellements, une diminution des erreurs systématiques serait donc infiniment plus utile qu'une réduction des erreurs accidentelles, acquise au prix de nouvelles complications dans les méthodes et les instruments. Malheureusement, les erreurs systématiques ne semblent liées ni aux instruments, aux méthodes ou aux opérateurs, ni à la nature du sol, aux circonstances atmosphériques ou à l'orientation des cheminements. Actuellement, le meilleur moyen d'atténuer leur influence est encore de réduire la dimension des mailles. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe de propositions analogues au théorème Miquel-Clifford, et sur les propriétés qui en résultent pour les polygones de* 5, 6, 7, 11, 12 *côtés, circonscrits à l'hypocycloïde de module* $\frac{1}{3}$. Note de M. **Paul Serret**.

« 1. La première et aussi la plus importante des propriétés en question se trouve comprise dans la solution de ce problème :

« Trouver la condition que doit remplir le pentagone $(T_1, T_2, \ldots, T_5)$ » pour que le cercle de Miquel qui lui correspond dégénère en une ligne » droite » ; ou encore, et puisque ce cercle n'est autre, toujours, que le

lieu du centre des équilatères

$$(1)\qquad o = H_3 + \lambda H'_3 \equiv \Sigma_1^5 l_1 T_1^3 \equiv \Sigma_1^5 l_1 (x\cos\varphi_1 + \varphi\sin\varphi_1 - p_1)^3$$

conjuguées au pentagone : « Trouver sous quelle condition ce lieu se ré- » duit à une droite ».

» Mais, dans ce cas, toutes les équilatères du faisceau (1) devant avoir leurs asymptotes parallèles ([1]), l'une de ces courbes

$$(1')\qquad o = H_3 - H'_3 \equiv \Sigma_1^5 l'_1 (x\cos y_1 + y\sin\varphi_1 - p_1)^3$$

doit se réduire à une équilatère du second degré : et les cinq conditions suivantes

$$o = \Sigma_1^5 l'_1 \cos^3\varphi_1 = \Sigma l'_1 \cos^2\varphi_1 \sin\varphi_1 = \Sigma l'_1 \cos\varphi_1 \sin^2\varphi_1 = \Sigma l'_1 \sin^3\varphi_1 = \Sigma l'_1 p_1$$

doivent être compatibles. De là, par des transformations évidentes, la condition cherchée

$$o = \begin{vmatrix} p_1, & \cos 3\varphi_1, & \sin 3\varphi_1, & \cos\varphi_1, & \sin\varphi_1 \\ \cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots \\ p_5 & \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots \end{vmatrix}$$
$$= p_1 - A\cos 3\varphi_1 - B\sin 3\varphi_1 - A'\cos\varphi_1 - B'\sin\varphi_1,$$

ou la conclusion que « le pentagone considéré est circonscriptible à l'hypocycloïde de module $\frac{1}{3}$ », enveloppe des droites définies par l'équation

$$X\cos\varphi + Y\sin\varphi = P = k\cos(3\varphi - h).$$

Or, une telle hypocycloïde, qui ne dépend que de quatre paramètres, est déterminée par la donnée de quatre de ses tangentes ; et telle est, dès lors, *la propriété de cinq tangentes de la courbe*, que *les foyers de trois quelconques des paraboles inscrites à quatre d'entre elles font toujours trois points en ligne droite*.

» De là, pour l'hypocycloïde définie par quatre tangentes, des déterminations simples : 1° d'une cinquième tangente, soit quelconque, ou particularisée par une condition complémentaire; 2° du point de contact de l'une de ces droites avec la courbe, et du cercle osculateur correspondant.

» 2. On peut rattacher, au théorème Miquel-Clifford, une classe assez étendue de propositions dans lesquelles « un certain P_n se trouvant défini

---

([1]) *Comptes rendus*, 26 août 1895, p. 375.

» sans ambiguïté par la donnée d'un polygone (P_n) considéré comme l'en-
» semble de n droites $\overline{1}, \overline{2}, \ldots, \overline{n}$: il arrive que les $n+1$ points P_n, P'_n,
» P''_n, ... définis de la même manière par les polygones du même ordre
» (P_n), (P'_n), (P''_n), ... qui résultent de l'introduction d'une nouvelle
» droite, $\overline{n+1}$, se trouvent distribués, soit sur un même cercle C_{n+1} ou
» sur une même conique Γ_{n+1} — la conique ou le cercle *définis* par le po-
» lygone résultant (P_{n+1}) — après quoi les $n+2$ cercles C_{n+1}, C'_{n+1}, ...
» définis de même par les $n+2$ polygones (P_{n+1}), (P'_{n+1}), ... que l'on
» obtient avec une droite de plus, $\overline{n+2}$, concourent en un même point,
» ou les coniques Γ_{n+1}, Γ'_{n+1}, ... qui les remplacent, dans les trois mêmes
» points ». En voici quelques exemples :

» 3. Pour $n=3$, prenons, parmi les points remarquables du triangle $(\overline{1}\,\overline{2}\,\overline{3})$, le centre du cercle circonscrit. L'emploi de ce centre comme « point défini par le groupe initial $(\overline{1}\,\overline{2}\,\overline{3})$ », et l'introduction successive de deux nouvelles droites $\overline{4}$, $\overline{5}$ nous donnerait alors, par analogie, les deux énoncés suivants, qui se trouvent vrais :

« 1° Les centres respectifs des triangles déterminés par quatre droites
» font toujours quatre points d'un même cercle : *le cercle défini par ces*
» *droites ;*

» 2° Étant donné un groupe quelconque de cinq droites, les cercles
» définis par quatre quelconques d'entre elles se coupent en un même
» point. »

» On peut ajouter que le cercle relatif à quatre droites passe par le foyer de la parabole inscrite.

» 4. Pour $n=4$, si l'on prend le foyer de la parabole inscrite comme point défini par un groupe de quatre droites, on obtient les deux séries illimitées de points homocycliques et de cercles en collinéation, greffés par M. Clifford sur le théorème de Miquel.

» 5. Pour $n=5$, le centre de la conique inscrite au pentagone $(\overline{1}\,\overline{2}\ldots\overline{5})$ se trouve tout désigné pour un essai analogue, et l'on a, en effet, ce théorème :

« 1° Les centres des coniques inscrites aux pentagones déterminés par
» un groupe quelconque de six droites font toujours six points d'une
» même conique ; et les coniques analogues, obtenues avec sept droites,
» se coupent suivant les trois mêmes points ;

» 2° Si les droites employées sont tangentes à une même hypocloïde à
» trois rebroussements, les coniques précédentes sont remplacées par des

» cercles en collinéation »; et c'est, d'ailleurs, le seul cas où cette réduction se produise.

» 6. Pour $n = 10$, on a les mêmes énoncés que pour $n = 5$, en substituant, au centre P_5 de la conique inscrite à un groupe de cinq droites, un point remarquable P_{10} défini sans ambiguïté par un groupe quelconque de dix droites, et que l'on rencontre dans la recherche du centre de la courbe, de classe 4, dont on se donne le nombre voulu de tangentes. On obtient ainsi, avec onze droites, un groupe de onze points P_{10}, P'_{10}, ... situés sur une même conique Γ_{11}; avec douze droites, douze coniques en triple collinéation. Et *si les droites employées sont tangentes à une même hypocycloïde, toutes ces coniques sont encore remplacées par des cercles.* »

PHYSIQUE. — *Du reploiement des rayons* X *derrière les corps opaques.* Note de M. **Émile Villari**, présentée par M. Mascart.

« En étudiant la transparence des métaux pour les rayons X, j'en interposai des feuilles entre un tube de Crookes à poire et un électroscope chargé. Dans de nombreuses expériences, je pus observer que l'électroscope se décharge toujours, même lorsqu'il se trouve dans l'ombre pleine des rayons, produite par d'amples feuilles métalliques tout à fait opaques. Ce fait me fit supposer que ces rayons, ou leur efficacité, se repliaient dans l'ombre des corps opaques, de manière à frapper l'électroscope et à le décharger. Pour confirmer cette explication, je fis, entre autres, les expériences suivantes.

» J'employai un disque de plomb ($13 \times 0,44$) et l'ampoule de Crookes enfermée dans une caisse de grosses feuilles de plomb, pourvue d'un trou de 9^{cm}. En fermant ce trou au moyen du disque, on arrêtait complètement les rayons, puisque ce disque était tout à fait opaque. Je disposai l'électroscope, enfermé dans la cage, à 45^{cm} du fond de l'ampoule : le disque, centré et normal à l'axe commun, fut placé, au fur et à mesure, à diverses distances de l'électroscope. Je mesurai, dans les différents cas, le temps de décharge et j'obtins, comme moyennes de plusieurs mesures concordantes et croisées, les valeurs suivantes, exprimées en secondes :

Distance DE (1).	Temps de décharge de 10°.
cm	s
37	39
20	13,9
15	7,4
7,5	4,2

(1) Je représente le disque et l'électroscope par les lettres D et E.

» Après la suppression du disque, la décharge de 10^s fut très rapide.

» Pour pouvoir approcher davantage le disque de l'électroscope, j'enlevai ce dernier de sa cage; et, après avoir fermé le trou de la caisse de plomb qui contenait l'ampoule, avec le disque précédent, j'observai que, en activant l'ampoule, l'électroscope, quoiqu'il oscillât d'environ $\frac{1}{4}$, ne modifiait cependant pas sa charge; je pouvais donc mesurer le temps des décharges sans erreurs sensibles. Ayant répété les expériences précédentes, j'obtins les résultats suivants :

Distance DE.	Temps de décharge de 10°.
cm	s
26,4	18,0
20,4	17,0
15,0	13,1
7,0	10,1
1,8	22,0
Après avoir ôté le disque, on obtient..	— 6,1

» Ce qui veut dire que le temps de la décharge diminue lorsqu'on approche le disque de l'électroscope, jusqu'à un minimum de 10^s1, à la distance de 7^{cm}; ensuite, en rapprochant davantage le disque de l'électroscope, le temps de la décharge augmente de nouveau : il est de 22^s à la distance de $1^{cm},8$. On peut donc dire que l'ombre, au centre du disque, est moins épaisse à une certaine distance du disque même, distance que nous pourrions appeler *distance critique*, et qu'elle devient plus épaisse à des distances plus grandes ou plus petites que la distance critique.

» D'autres expériences, faites avec un disque de laiton de 18^{cm} et tout à fait opaque, donnèrent des résultats identiques aux précédents.

» Avec un disque de laiton de 34^{cm}, j'obtins à 8^{cm} du centre une ombre presque absolue, tandis qu'avec d'autres disques plus petits, on obtenait, à la même distance, une ombre de moindre intensité. A 18^{cm} de distance du disque de 34^{cm}, l'ombre au centre était beaucoup moins épaisse. De sorte que la *distance critique,* du point de l'ombre la moins épaisse au disque, ou bien la *distance critique* du disque, varie avec les dimensions de ce dernier.

» Pour observer l'efficacité des rayons dans les diverses régions de l'ombre, sur un même plan normal à l'axe de l'ampoule et passant par le centre du disque, perpendiculairement au disque même, je plaçai le tube dans sa caisse et le disque de plomb à $7^{cm},5$ de l'électroscope renfermé dans sa cage. Ensuite, après avoir activé l'ampoule, je portai l'électroscope à droite ou à gauche du centre du disque, sans jamais le placer en dehors de son ombre géométrique. J'obtins les valeurs suivantes, correspondant à la durée moyenne de la décharge de 5° :

Électroscope.	Temps de la décharge.
	s
Au centre	21,9
A droite	15,2
Au centre	20
A gauche	14,7

» Mêmes expériences avec un disque de laiton de 18^{cm} :

Électroscope.	Temps de la décharge.
Au centre	$87^s,0$
A gauche	$15^s,2$

» J'obtins les mêmes résultats en portant l'électroscope au-dessus et au-dessous de l'axe et de l'ombre; identiques aussi furent les résultats que j'obtins en employant, au lieu du disque, une feuille de zinc de $40 \times 40 \times 0^{cm},42$, placée à $7^{cm},5$ de l'électroscope, au moyen de laquelle l'ombre au centre était pleine et totale.

» Je conclus de là que les rayons X, ou leur efficacité, se replient derrière les corps opaques et que leur ombre diminue du centre à la périphérie.

» Dans ces expériences, on a tenu compte exclusivement de la position de la boule de l'électroscope, que je plaçais dans les diverses régions de l'ombre pour en apprécier l'intensité, après m'être assuré que les radiations agissaient exclusivement sur elle et sur sa tige très courte.

» Pour vérifier le reploiement des rayons, j'eus recours à la photographie; et, après une épreuve assez distincte obtenue avec une ampoule en poire, j'employai, avec beaucoup plus de succès, un tube focus, c'est-à-dire avec l'anode à feuille de platine réfléchissant les rayons cathodiques. Je plaçai une plaque Lumière (21×27^{cm}) à 29^{cm} du tube et j'interposai, à $7^{cm},5$ de la plaque, un disque de plomb ($13 \times 0^{cm},44$) normalement aux rayons X. J'activai le tube pendant environ vingt minutes et j'obtins une image du disque de 157^{mm} de diamètre, avec une pénombre extérieure fort mince et fort légère. A l'intérieur de la limite de l'ombre, l'image était entourée d'une zone claire de 6^{mm} à 8^{mm} de largeur, produite par des radiations repliées et d'une intensité légèrement décroissante de l'extérieur à l'intérieur. La production de cette zone montre bien que, réellement, les rayons X, ou leur efficacité, se replient au bord des corps opaques et pénètrent dans leur ombre géométrique.

» J'obtins aussi des résultats identiques par la photographie, mais avec des dispositions expérimentales tout à fait différentes.

» En reprenant les expériences avec l'électroscope, je plaçai l'ampoule dans sa caisse de plomb, et celle-ci, avec la bobine, dans une autre caisse plus grande en zinc, laquelle communiquait avec le sol. Le fond de l'ampoule correspondait à deux trous de 9^{cm} pratiqués dans les parois des caisses. Celui de la caisse extérieure, en zinc, était fermé par une lame d'aluminium de $0^{mm},5$ d'épaisseur. Au bord du trou extérieur, et latéralement, je fixai une lame de zinc ($40 \times 40 \times 0^{cm},42$) verticale et parallèle aux rayons X, qui glissaient presque sur sa surface, et ayant en son centre un trou de 4^{cm}. J'approchai de ce trou, à 3^m ou 4^m du côté extérieur de la lame, sur laquelle les rayons ne glissaient pas, la boule de l'électroscope et je me convainquis qu'il n'était influencé directement ni par les rayons X, ni par l'induction.

» Après avoir activé l'ampoule et fermé avec une lame de zinc, ou tout simplement avec une feuille de papier, le trou vis-à-vis de l'électroscope, je constatai que ce der-

nier ne se déchargeait point, mais qu'il se déchargeait rapidement lorsqu'on découvrait le trou. Il faut en conclure que les rayons X, ou leur efficacité, se replient latéralement en passant par le trou et ne le traversent pas quand il est fermé par une lame de zinc ou une feuille de papier.

» Il résulte des faits précédents que, pour décharger l'électroscope, il n'est point nécessaire qu'il soit frappé directement par les rayons X, puisqu'il suffit que l'air, traversé par eux, y arrive. En effet, l'électroscope, dans la disposition précédente, se décharge rapidement de 10° en vingt-huit secondes, si l'on pousse contre lui par le trou, au moyen d'un soufflet, l'air qui est traversé par les rayons. Au contraire, lorsque l'ampoule est inactive, l'air poussé contre l'électroscope n'y exerce aucune action. Par conséquent, on peut dire que les rayons X donnent à l'air l'activité nécessaire pour décharger l'électroscope, activité qu'ils conservent pendant un certain temps. Ce fait est semblable à celui qui a été observé par Röntgen. »

CHIMIE. — *Recherches sur les chlorures doubles.* Note de M. **Raoul Varet.**

« Les expériences de Graham, de Marignac, Ingenhoes, van de Wal, sur la diffusion des sels doubles, celles de Favre et Valson sur la chaleur de dissolution de ces composés, ont conduit ces savants à admettre que ces combinaisons n'existent qu'à l'état solide et qu'en solution elles se dédoublent en leurs constituants.

» Plus récemment, M. Rüdorff a montré, à l'aide de la dialyse, que certains sels doubles, les chloroplatinates, les acétates acides, etc., n'étaient pas dissociés au sein de leurs solutions, contrairement à ce qui arrive pour les aluns, les azotates doubles, etc.

» Je me suis proposé de rechercher les relations qui existent entre les chaleurs de formation des sels doubles dissous, afin d'en tirer quelques conclusions générales relativement à la constitution de ces composés.

» J'ai aussi fait quelques expériences de dialyse, afin d'aider à l'interprétation des données thermochimiques.

» Ce sont les résultats que j'ai obtenus pour les chlorures doubles que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» *Chloromercurates.* — Le chlorure mercurique, en s'unissant aux autres chlorures métalliques, engendre des combinaisons qui appartiennent aux deux types suivants : $2HgCl^2.MCl^2 + nH^2O$ et $HgCl^2.MCl^2.nH^2O$. Tous ces composés sont plus ou moins dissociés par la dialyse.

» Je rappelle que M. Berthelot a fait une étude thermique très complète des sels de potassium.

» J'ai trouvé, vers 17°, que :

				Cal
$2HgCl^2$ (1 molécule = 8^{lit})	+ $2HCl$ (1 molécule = 2^{lit}) dégage		....	+0,86
»	+ $2KCl$	»	»	+0,88
»	+ $2NaCl$	»	»	+0,85
$2HgCl^2$ (1 molécule = 8^{lit})	+ $2AzH^4Cl$ (1 molécule = 2^{lit}) dégage		....	+1,08
»	+ $2LiCl$	»	»	+0,90
»	+ $BaCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})		»	+1,00
»	+ $SrCl^2$	»	»	+0,98
»	+ $CaCl^2$	»	»	+0,98
»	+ $MgCl^2$	»	»	+1,20
»	+ $ZnCl^2$	»	»	+1,28
»	+ $CdCl^2$	»	»	+0,78
»	+ $MnCl^2$	»	»	+1,12
»	+ $NiCl^2$	»	»	+1,10
»	+ $CoCl^2$	»	»	+1,08
»	+ $CuCl^2$	»	»	+1,36

» J'ai également trouvé, vers 18°, que :

				Cal
$HgCl^2$ (1 molécule = 8^{lit})	+ $2HCl$ (1 molécule = 2^{lit}) dégage		....	+0,80
»	+ $2KCl$	»	»	+0,80
»	+ $2NaCl$	»	»	+0,75
»	+ $2AzHCl$	»	»	+0,98
»	+ $2LiCl$	»	»	+0,80
»	+ $BaCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})		»	+0,86
»	+ $SrCl^2$	»	»	+0,84
»	+ $CaCl^2$	»	»	+0,85
»	+ $MgCl^2$	»	»	+1,05
»	+ $ZnCl^2$	»	»	+1,14
»	+ $CdCl^2$	»	»	+0,60
»	+ $MnCl^2$	»	»	+0,96
»	+ $NiCl^2$	»	»	+0,92
»	+ $CoCl^2$	»	»	+0,90
»	+ $CuCl^2$	»	»	+1,20

» II. *Combinaisons engendrées par les chlorures de cuivre, de cadmium, etc.*

» J'ai trouvé, vers 17°, que :

			Cal
$CdCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	+ $2KCl$ (1 molécule = 2^{lit}) dégage	....	+ 0,02
»	+ $BaCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	»	+ 0,02
$2CdCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	+ $2KCl$ (1 molécule = 2^{lit}) dégage	.. ..	+ 0,028
» »	+ $BaCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	»	+ 0,032
» »	+ $CaCl^2$ »	»	+ 0,030
$CuCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	+ $2KCl$ (1 molécule = 2^{lit}) dégage	....	+ 0,040

						Cal
$CuCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	+ $BaCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	»	....	+0,045
» »	+ $CaCl^2$ »	»	....	+0,045
$2CuCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	+ $2KCl$ (1 molécule = 2^{lit}) dégage		....	+0,050
» »	+ $BaCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	»	....	+0,060
» »	+ $CaCl^2$ »	»	....	+0,062

» *Conclusions.* — I. Les combinaisons que forme le chlorure mercurique en s'unissant aux autres chlorures métalliques ont, dans l'état dissous, des chaleurs de formation qui sont du même ordre de grandeur pour une même série de sels doubles.

» La formation des composés engendrés par les chlorures de métaux voisins donne lieu à des effets thermiques sensiblement égaux.

» La dialyse montre que ces combinaisons sont partiellement dissociées au sein de leurs solutions, ce qui explique les résultats que donne l'étude thermochimique de ces corps.

» Ces données nous conduisent à envisager ces sels doubles comme étant des dérivés d'acides complexes peu stables, tels que $Hg^2Cl^6H^2$ et $HgCl^4H^2$.

» II. Les sels doubles que forment les chlorures de cuivre, de cadmium, etc., sont dissociés par la dialyse. Leur formation dans l'état dissous ne donne lieu qu'à des effets thermiques très faibles, qui ne s'écartent pas beaucoup des erreurs d'expériences. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du ferment soluble oxydant des Champignons sur les phénols insolubles dans l'eau.* Note de M. **Émile Bourquelot**.

« Dans les recherches que j'ai publiées jusqu'ici sur l'oxydation des phénols par le ferment oxydant des Champignons, je ne me suis occupé que de ceux d'entre eux qui sont assez solubles dans l'eau pour permettre des essais en solution aqueuse.

» Mais l'eau n'est pas le seul dissolvant que l'on puisse employer pour étudier l'action du ferment. On peut, en particulier, se servir, du moins dans beaucoup de cas, soit de l'alcool éthylique, soit de l'alcool méthylique, à la condition de les étendre d'au moins 50 pour 100 d'eau. A cet état de dilution, ces alcools ne mettent pas obstacle à l'action oxydante du ferment oxydant. C'est ce qui ressort des expériences suivantes :

» 1. A six portions de 5^{cc} de solution aqueuse de tyrosine à 0,50 pour 1000 (tyrosine extraite du *Russula nigricans*), on ajoute 10^{cc} d'alcool éthylique, contenant, sui-

vant l'essai, 1^{cc}, 2^{cc}, 3^{cc}, 4^{cc}, 5^{cc} et 10^{cc} d'alcool absolu pour 10^{cc}; puis, à chacun des mélanges, on ajoute 5^{cc} de solution de ferment oxydant (préparé avec le *Russula delica*).

» Au bout de quelques instants, on voit se produire, dans tous les tubes, la coloration rouge caractéristique de l'action du ferment sur la tyrosine. Cette coloration passe bientôt au noir, en même temps qu'il se forme un précipité de même couleur. La réaction se fait, en réalité, à peu près comme si l'on avait opéré dans l'eau pure.

» 2. Les mêmes essais sont répétés avec l'alcool méthylique. L'oxydation de la tyrosine se produit comme avec l'alcool éthylique.

» Les deux alcools ne sont d'ailleurs pas oxydés par le ferment oxydant des Champignons. C'est ce que démontrent les essais suivants :

» 1. Dans un flacon de 250^{cc}, on introduit 40^{cc} d'eau, 20^{cc} d'alcool absolu et 40^{cc} de solution de ferment. On bouche le flacon avec un bouchon traversé par un tube recourbé et effilé. On ferme à la lampe. Au bout de trois jours, on casse la pointe sous l'eau et l'on constate qu'il n'y a pas d'absorption.

» 2. Répétition de l'essai avec l'alcool méthylique. Pas d'absorption.

» Pour compléter mes précédentes recherches, j'ai donc étudié l'action du ferment oxydant des Champignons sur des composés insolubles dans l'eau, en employant ceux-ci en solution dans l'alcool étendu. Voici les observations que j'ai faites à cet égard sur les phénols.

» Xylénols. — Trois xylénols ont été essayés en solution à $0^{gr},50$ pour 10^{cc} d'alcool absolu et 50^{cc} d'eau.

» 1. *Orthoxylénol* (1, 2, 4). — Le phénol employé fondait de 55° à 60°. Dès l'addition du ferment, il se produit un précipité blanc, qui devient par la suite couleur saumon. L'éther dissout en partie ce précipité, en se colorant en jaune clair.

» 2. *Métaxylénol* (1, 3, 4). — Le produit essayé était liquide; sa solution alcoolique était colorée en vert par le perchlorure de fer. L'oxydation se manifeste aussitôt l'addition du ferment, par un précipité blanc qui passe au rose sale. L'éther dissout le précipité en se colorant en jaune foncé, le liquide aqueux s'éclaircissant et devenant rose.

» 3. *Paraxylénol*. — Le produit employé était cristallisé et fondait à 74°-75°. Après l'addition du ferment, le liquide se trouble légèrement et peu à peu il se forme un précipité blanc rose, qui ne paraît pas soluble dans l'éther.

» De ces essais il ressort que les trois xylénols ci-dessus désignés sont tous trois oxydés par le ferment et que les phénomènes d'oxydation diffèrent suivant le xylénol employé.

» *Thymol et carvacrol*. — Pour le thymol, on a employé la solution suivante : thymol, $0^{gr},50$; alcool absolu, 10^{cc}; eau, 40^{cc}; solution de carbonate de soude à 2 pour 1000, 5^{cc}.

» On a ajouté à cette solution 50^{cc} de solution de ferment, et le mélange a été introduit dans un flacon de 250^{cc}, disposé de façon à pouvoir mesurer l'absorption d'oxygène pendant l'oxydation. Celle-ci s'est manifestée par la formation d'un précipité blanc et par l'absorption de 19^{cc} d'oxygène pendant le temps qu'a duré l'expérience.

» Pour le carvacrol, on s'est servi, après quelques tâtonnements, de la solution suivante : carvacrol, $0^{gr},50$; alcool absolu, 32^{cc}; eau, 28^{cc}, et d'une solution de ferment renfermant 25^{cc} d'alcool absolu pour 100.

» On a mélangé 40^{cc} de solution de carvacrol et 40^{cc} de solution de ferment. On a opéré comme pour le thymol. Le mélange, d'abord limpide, s'est troublé peu à peu, et il n'a pas tardé à se former un volumineux précipité blanc. L'absorption d'oxygène s'est élevée à $27^{cc},5$.

» *Naphtols.* — Les deux naphtols α et β ont été employés en solution à $0^{gr},50$ pour 25^{cc} d'alcool et 75^{cc} d'eau. La solution de ferment renfermait elle-même 20^{cc} d'alcool pour 100. Les essais ont été faits comme avec le thymol, en mélangeant 50^{cc} de solution de naphtol et 50^{cc} de solution de ferment.

» Avec le naphtol-α, le liquide se colore d'abord en violet. La couleur passe ensuite au bleu, puis il se forme un précipité bleu sale. A la fin de l'opération, 16^{cc} d'oxygène avaient été absorbés. Le précipité est en partie soluble dans l'éther, qui se colore en mauve.

» Avec le naphtol-β, il se forme un précipité blanc, qui jaunit peu à peu. A la fin de l'opération, $9^{cc},5$ d'oxygène avaient été absorbés. Le précipité est presque tout entier soluble dans l'éther qui se colore en jaune foncé.

» Les deux naphtols sont donc oxydés par le ferment, et je puis ajouter que, en raison de la différence des colorations qui se produisent, celui-ci pourrait être employé comme un réactif permettant de distinguer le naphtol-α du naphtol-β.

» Si l'on rapproche les faits que je viens d'exposer de ceux que j'ai déjà publiés sur le même sujet, on verra que le ferment oxydant des champignons agit sur tous les phénols. C'est donc un oxydant dont l'action est très variée, et l'on peut en conclure qu'il joue sans doute un rôle important dans la nature. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur le point de congélation du lait de vache.* Note de MM. **Bordas** et **Génin**, présentée par M. d'Arsonval (¹).

« Différents auteurs ont trouvé que le lait de vache avait un point de congélation constant et ont proposé de déterminer le mouillage d'un lait,

(¹) Travail fait au Laboratoire municipal de Paris.

d'origine inconnue, par le relèvement de ce point fixe de congélation. Ainsi, un relèvement de 0°, 005 au-dessus du point fixe, — 0°, 56, correspondrait, d'après M. Hamburger, à 1 pour 100 d'eau ajoutée.

» D'après nos expériences, cette manière de voir ne nous paraît pas complètement justifiée. En effet, nous avons déterminé le point de congélation de cinquante laits de vaches de races diverses (¹); ces laits, devant servir à des expertises judiciaires, ont été prélevés dans les meilleurs conditions possibles d'authenticité. Nous avons trouvé que le point de congélation était de — 0°, 52 pour vingt-deux laits, de — 0°, 53 pour onze, et qu'il variait de — 0°, 44 à — 0°, 56 pour les autres laits.

» Nous avons également déterminé le point de congélation des petits laits obtenus en coagulant les laits par de la présure liquide. Comme il fallait s'y attendre, les points de congélation se trouvent abaissés, mais ils sont encore plus variables que ceux des laits. Le point de congélation varie de — 0°, 47 à — 0°, 80, il est de — 0°, 72 pour huit petits-laits et de 0°, 69 pour sept.

» Il était facile de prévoir ces résultats. Le point de congélation d'un lait dépend du point de congélation de ses éléments solides dissous et du volume de ses éléments émulsionnés. Pour un poids constant d'éléments solides et émulsionnés, le point de congélation variera avec les proportions des éléments. Mais les variations les plus considérables seront produites par celles de la somme totale des éléments, c'est-à-dire de l'extrait. En général, quand l'extrait augmente, le point de congélation s'abaisse, et inversement. Il n'y a évidemment pas proportionnalité comme dans les cas d'une substance unique dissoute dans un liquide homogène; souvent même, il y a variation en sens inverse.

» Pour le petit-lait, l'abaissement du point de congélation s'explique par la coagulation d'un certain nombre d'éléments, ce qui diminue le volume et augmente par suite la concentration des autres éléments dissous. Les variations du point de congélation du petit-lait s'expliquent de la même manière que pour le lait.

» Ainsi le point de congélation du lait est variable; on ne peut donc se

---

(¹) La traite (du matin ou du soir) s'effectuait à fond sur chaque vache, sous la surveillance d'experts inspecteurs; le lait provenant de chaque vache était placé dans un vase assez grand pour contenir la traite de chaque lait; on agitait et l'on mélangeait intimement et c'est sur le mélange ainsi rendu homogène que l'on prélevait le litre de lait destiné à l'analyse.

servir de l'abaissement de ce point pour déterminer le mouillage, pas plus qu'on ne peut employer l'extrait seul ou la densité.

» Il est certain qu'un lait dont le point de congélation est voisin de 0° est mouillé, mais alors son extrait est presque nul, sa densité voisine de 1; il est plus simple de déterminer un extrait ou une densité qu'un point de congélation.

» Pour des cas moins extrêmes, le mouillage ne peut être sûrement établi que par un examen comparatif des éléments du lait mouillé et du lait type. On ne peut condamner un marchand sur les seules indications fournies par un densimètre, ou par le poids d'un extrait, ou par un point de congélation, car les trois déterminations sont de même valeur, c'est-à-dire aussi peu sûres l'une que l'autre, quand elles sont employées seules.

» La cryoscopie appliquée à la recherche du mouillage ne nous paraît ni simple ni sûre. »

MICROBIOLOGIE. — *Sur les microbes de la flacherie et de la grasserie des vers à soie.* Note de M. **J.-M. Krassilschtschik.**

« Par une étude comparative de tous les microbes qui vivent dans les vers à soie sains et malades, j'ai réussi à isoler ceux qui sont spécifiques de la flacherie et aussi ceux de la grasserie.

» Le premier de ces microbes fut nettement distingué et décrit par Pasteur, il y a plus de trente ans, sous le nom de *ferment en chapelets* de grains sphériques. Depuis, plusieurs auteurs l'ont eu sous les yeux, sans pourtant reconnaître son rôle comme microbe uniquement spécifique de la flacherie. Les observateurs modernes qui l'avaient admis comme agent de cette maladie (M. Macchiati, de Modène) n'ont pas réussi à l'obtenir en cultures pures.

» Voici les traits caractéristiques de ce microbe de la flacherie.

» C'est un *Streptocoque* que nous appellerons *Streptococcus pastorianus*. Les coques sont immobiles et mesurent de 1 μ à $1^{\mu},1$ de diamètre. Ils apparaissent le plus souvent sous forme de diplocoque. En s'allongeant dans la direction de l'axe du diplocoque, les coques acquièrent la forme d'ellipses dont le plus grand axe est égal à $1^{\mu},5$, et dont le plus court ne dépasse guère 1 μ. L'ellipse se divise en deux parties égales, par une cloison perpendiculaire au grand axe.

» Les nouvelles cellules s'arrondissent peu à peu et forment une chaînette de quatre coques.

» Dans les cultures sur plaques dans la gélatine, les colonies profondes

prennent une forme sphérique avec des contours réguliers. Toute la colonie est d'une teinte brunâtre et finement granuleuse. Les colonies superficielles forment des disques ronds, s'amincissant vers la périphérie, avec des contours nets et réguliers. *Aucune de ces colonies ne liquéfie la gélatine.* Dans les tubes à gélatine, notre Streptocoque croît en forme de clou, *ne liquéfiant jamais la gélatine.*

» Le *Streptococcus pastorianus* ne se trouve jamais dans le tube digestif du ver à soie sain et normal : au contraire, il est toujours présent dans le tube digestif des vers malades de la flacherie. Les premières manifestations de cette maladie consistent dans la présence, chez un ver encore vigoureux, d'un plus ou moins grand nombre de *Streptococcus pastorianus* établis dans le tube digestif. Le nombre des Streptocoques augmente avec la maladie, après quoi les microbes pénètrent dans le courant sanguin du ver, y forment des cultures ou colonies pures, pour ouvrir plus tard la voie aux microbes saprophytes du tube digestif du ver à soie.

» Parmi les divers essais que j'ai faits avec les cultures pures des divers microbes que l'on trouve dans l'intestin des vers à soie, seuls ceux qui ont été effectués avec les cultures pures du *Streptococcus pastorianus* m'ont donné des résultats positifs en provoquant la flacherie dans ses caractères les plus nets. Dans quelques expériences, j'ai obtenu 30 pour 100, et dans d'autres 50 et 70 pour 100 de vers morts de la flacherie.

» Le sang des vers à soie malades de la grasserie présente assez souvent une culture pure d'un microcoque tout à fait minuscule (de $0^{\mu},5$ à $0^{\mu},6$ de diamètre), que nous appellerons *Micrococcus lardarius,* et qui est le microbe spécifique de cette maladie.

» Dans les cultures en gélatine sur plaques, les colonies superficielles sont rondes, plates, finement granuleuses, les granules formant des stries très fines, disposées en rayons droits et serrés atteignant la circonférence de la colonie. Ce rayonnement est bien visible, surtout dans les colonies croissant dans le fond de la gélatine, sur la lame de verre. Les colonies situées au milieu de la gélatine ressemblent à celles du *Streptococcus pastorianus,* avec cette différence que leur granulation est encore plus fine. Dans les tubes à gélatine, le *Micrococcus lardarius* croît d'abord en forme de clou, dont la tête reste petite (3^{mm} à 4^{mm}).

» La colonie s'enfonce assez vite dans la gélatine ; après quoi la liquéfaction commence, en se propageant le long de la piqûre. Il en résulte la formation d'un cône haut et étroit, plein de gélatine liquéfiée. La liquéfac-

tion ultérieure s'étend vers les parois du tube, puis elle descend. Dans les vieilles cultures, la gélatine liquéfiée devient parfois trouble, gardant toujours la couleur et l'odeur du bouillon frais.

» Je dois noter que, dans les vers malades de la grasserie, ce *microcoque ne fait jamais défaut*. Au début de la maladie, il se trouve toujours dans le tractus intestinal, puis il pénètre assez souvent dans le sang, où il forme une culture tout à fait pure.

» Cette culture devient impure lorsque la maladie est trop avancée, ou bien lorsqu'elle se déclare conjointement avec la flacherie. »

ZOOLOGIE. — *Un câble télégraphique attaqué par les Termites.* Note de M. E.-L. **Bouvier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« La Direction des Postes et des Télégraphes a dernièrement soumis à mon examen, au laboratoire d'Entomologie du Muséum, un fragment du câble télégraphique de Haïphong, qui avait été rongé par un organisme. D'après les renseignements qui m'ont été communiqués, la période de destruction a dû être singulièrement courte : posé en fort bon état au mois de juillet 1894, le câble présentait déjà des pertes dès les premiers jours de 1895, il s'altérait de plus en plus dans la suite et l'on devait le remplacer dans la première moitié de 1896. Deux années à peine avaient suffi pour le mettre hors d'usage.

» Pourtant ce câble avait subi une préparation minutieuse, qui aurait dû, semble-t-il, le mettre hors de toute atteinte. Noyé dans du ciment sur presque toute sa longueur, il comprenait trois torons conducteurs, formés chacun par sept brins de cuivre et recouverts par des couches alternantes de gutta-percha et de chatterton (1); les trois conducteurs étaient câblés ensemble, avec trois cordelettes tannées qui remplissaient les intervalles; un matelas de jute tanné s'enroulait en spirale sur le cylindre ainsi formé; deux rubans de coton, également tannés, mais dirigés en sens inverse, maintenaient l'ensemble; le tout enfin était contenu dans un tube de plomb.

» Les recherches effectuées à Hanoï ne donnèrent aucun renseignement sur l'organisme qui avait causé le mal. « C'est la première fois qu'un fait » de cette nature a lieu au Tonkin, écrivait-on au Ministre; jusqu'à ce jour,

(1) La composition connue sous le nom de *chatterton* est un mélange de goudron, de résine et de gutta-percha.

» les Termites, les Tarets et les Poux de bois ont laissé intacte la gutta-
» percha de nos câbles et même celle des fils recouverts, en usage pour les
» installations des postes. Il semble d'ailleurs que la nature du terrain où
» était placé ce câble eût dû le préserver des insectes terrestres. Le sol de
» la ville de Haïphong, très peu élevé au-dessus du niveau de la mer, est,
» en effet, vaseux, constamment humide et légèrement salé; il convien-
» drait peut-être davantage aux animalcules marins. »

» C'était pourtant un Articulé terrestre qui avait causé le dégât.

» En ouvrant le fragment de câble qui m'avait été remis, je pus constater deux systèmes de galeries qui se dirigeaient de chaque bout vers le milieu du fragment, sans d'ailleurs se rencontrer. Ces galeries allaient toutes de la périphérie au centre, mais laissaient intacts le tube de plomb et les fils de cuivre; creusées dans les enveloppes de coton et de jute, elles se rapprochaient des cordelettes, se continuaient peu à peu dans celles-ci et dans la gutta-percha, mettant alors à nu le fil de cuivre et se terminant en cul-de-sac. Les galeries avaient de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre; elles étaient en partie encombrées par des matières peu consistantes, qui représentaient vraisemblablement des excréments d'animaux. J'examinai ces restes à la loupe et au microscope : dans l'une des extrémités du câble, je ne pus rien observer de caractéristique; mais, dans l'une des deux galeries presque parallèles qui occupaient l'autre extrémité, je découvris une tête assez mutilée d'insecte et, dans la seconde, une tête munie de ses mandibules et des autres appendices buccaux. Avec l'aide de M. Poujade, préparateur au laboratoire, j'examinai ces deux têtes; elles appartenaient à des Termites et représentaient bien évidemment les restes des auteurs du dégât.

» Bien que je n'aie pu étudier une longueur suffisante du câble, je crois pouvoir penser que chaque galerie a été creusée par un ouvrier spécial; en tout cas, on peut affirmer que les ennemis ont pénétré par des points différents à l'intérieur du tube de plomb, car les galeries du fragment se dirigent à la rencontre l'une de l'autre, sans s'atteindre. Je ne sais si les Termites sont capables, comme certains insectes, de perforer le plomb et s'ils ont pu de la sorte pénétrer à l'intérieur du câble; je suis plutôt porté à croire, comme M. le Directeur des Postes du Tonkin, que les insectes se sont introduits par une des extrémités libres, ou par un trou accidentel qui aurait existé dans l'enveloppe de plomb.

» Quoi qu'il en soit, on devra se mettre en garde contre ces deux modes possibles d'invasion, et le mieux pour cela sera peut-être : 1° d'ajuster très exactement un étui métallique protecteur, aux deux extrémités libres du câble; 2° de rendre aussi parfait que possible l'ajustement des divers tronçons qui composent le tube de plomb; 3° de plonger dans une solution saturée de sulfate de cuivre les cordelettes, le filin de jute et l'enveloppe

de coton qui protègent les trois conducteurs du câble. Cette dernière pratique n'a rien de compliqué ni de coûteux; peut-être suffirait-elle, à elle seule, pour limiter ou pour rendre impossibles les dégâts causés dans les câbles par les Termites. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les nerfs sécréteurs de la trachée*. Note de M. V. **Thébault**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'étude physiologique que j'ai faite des nerfs qui se rendent au larynx et au syrinx des oiseaux m'a permis de déterminer quels sont ceux sous la dépendance desquels se trouvent les glandes sécrétrices de l'intérieur de la trachée. C'est le ganglion syringien qui détermine cette sécrétion. On le constate facilement en sectionnant les nerfs syringiens supérieurs et inférieurs, de manière à placer la trachée sous l'action unique de ce ganglion syringien.

» Cette conclusion découle des expériences suivantes :

» I. *Section des nerfs syringiens supérieurs* (Coq). — On n'observe aucune modification de la sécrétion.

» II. *Section des filets glottiques d'origine hypoglottique* (Poule). — Pas de sécrétion.

» III. α. *Section du syringien inférieur droit* (Corbeau). — Cet animal a été choisi parce que tous les nerfs qui se rendent au syrinx sont facilement isolables. — On n'observe aucune sécrétion anormale.

» β. *Section du syringien inférieur gauche,* chez le même animal, huit jours plus tard. — Pas de sécrétion.

» γ. *Section des syringiens supérieurs* au milieu de la trachée, chez le même animal, huit jours plus tard. — Le lendemain de l'opération, on observe de nombreuses mucosités, qui obstruent la partie syringienne de la trachée de l'animal. Ces mucosités ont persisté jusqu'à la mort des animaux qui est survenue de quarante à soixante jours après l'expérience, sans qu'on puisse en rattacher la cause à l'existence de ces mucosités. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la conjugaison des zoospores de l'* Ectocarpus siliculosus. Note de M. C. **Sauvageau**, présentée par M. Chatin.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de communiquer récemment à l'Académie [1], j'ai indiqué et décrit la reproduction sexuée hétérogame

---

[1] C. Sauvageau, *Sur la fécondation hétérogamique d'une Algue phéosporée* (*Comptes rendus* du 10 août 1896).

chez l'*Ectocarpus secundus*, plante qui appartient à un groupe d'Algues où l'on considère la reproduction sexuée isogame comme la règle générale. Comme je l'ai rappelé, cette dernière notion est admise depuis un travail de M. Berthold, publié en 1881, qui a porté sur deux espèces (*Ectocarpus siliculosus* et *Scytosiphon Lomentaria*), mais dont les résultats n'ont pu être vérifiés depuis. En 1894 et 1895, j'ai moi-même suivi les zoospores d'un certain nombre d'autres espèces d'*Ectocarpus*, sans arriver à obtenir de conjugaison. Cette année, faisant porter mes observations sur l'*Ectocarpus siliculosus*, j'ai réussi à vérifier, à quelques variantes près, les observations de M. Berthold.

» Elles ont été faites à Naples, en février 1880, époque à laquelle l'*Ectocarpus siliculosus* croissait abondamment sur le *Scytosiphon*, et portait uniquement des sporanges pluriloculaires. Les déhiscences ont lieu depuis neuf heures du matin environ, jusque dans les premières heures de l'après-midi. Si, à l'aide d'une pipette, on prend un peu de l'eau dans laquelle on a disposé des branches de cette plante et qu'on l'examine en goutte suspendue, on voit très rapidement se produire une profonde différenciation entre les zoospores en apparence semblables; certaines vont se fixer sur le bord de la goutte : ce sont les gamètes femelles; aussitôt les zoospores encore mobiles, ou gamètes mâles, accourent de toutes parts, et l'on en voit souvent plus d'une centaine qui viennent s'agiter autour d'un gamète femelle, qu'ils touchent par leur cil antérieur. On voit des figures de ce genre, et en grand nombre, sur tout le pourtour de la goutte. Parfois il ne s'ensuit aucune fécondation, et les gamètes mâles s'éloignent peu à peu. Plus souvent, l'un des gamètes mâles, par l'intermédiaire de son cil antérieur, se fusionne avec le gamète fixé, pour donner un œuf de volume double.

» Durant les mois de juillet et août, j'ai souvent observé, à Guithary, l'*Ect. siliculosus*. Mes cultures ont toujours été établies avec des plantes récoltées le jour même. Les déhiscences peuvent se produire toute la journée, mais elles sont incomparablement plus nombreuses de très bon matin. J'ai recommencé plusieurs fois l'expérience de M. Berthold; les zoospores se sont fixées, mais sans que je réussisse à voir de fécondation ni même de zygotes à deux points rouges. J'ai alors réalisé mes cultures directement en cellule, en plaçant en goutte suspendue de petits fragments chargés de sporanges et appartenant à deux ou trois individus différents. Dès que la lumière du jour est suffisante pour permettre l'observation au microscope, on voit de nombreuses zoospores fixées, particulièrement du côté opposé à la fenêtre, et d'autres sont encore très mobiles; j'ai suivi bien souvent celles-ci, et j'ai vu fréquemment des zoospores fixées, contre lesquelles venaient s'agiter quelques zoospores mobiles, sans jamais les féconder; ceci se réduit au simulacre des préparatifs d'une copulation. Lorsque le mouvement est terminé dans la cellule, les zoospores fixées forment des amas plus ou moins volumineux, surtout autour des corps étrangers, et une couche plus ou moins épaisse sur le bord de la goutte d'eau. On trouve assez rarement çà et là, ou parmi les amas isolés, quelques zoospores de volume double et à deux points rouges, mais celles-ci sont plus nombreuses tout à fait à la périphérie de la goutte, ce

qui indique que, si ces corps proviennent bien d'une fécondation, celle-ci s'exerce sur les premières zoospores sorties. Pour essayer de la retarder, j'ai placé des cellules à l'obscurité complète ; mais dans la matinée du jour suivant, le résultat était le même, avec cette seule différence que le dépôt des zoospores, non influencé par la lumière, était uniforme sur le pourtour de la goutte. J'ai alors commencé à $4^h 30^m$ du matin, à la lumière d'une lampe, l'observation des cellules faites la veille. Les déhiscences ont commencé à se produire, et en très grande abondance, environ dix minutes après. Quelques zoospores se sont fixées immédiatement sur le pourtour de la goutte d'eau ; d'autres, mobiles, sont venues en très petit nombre s'agiter autour, et j'ai vu deux fois l'une de celles-ci se conjuguer avec la zoospore fixée, comme M. Berthold l'a indiqué. Peu après, il devenait impossible de voir de nouvelles copulations. Les zygotes germent plus rapidement que les zoospores fixées.

» Une fécondation, intermédiaire entre l'isogamie vraie et l'hétérogamie, existe donc bien chez l'*Ect. siliculosus*, mais elle se fait seulement sur quelques-unes des premières zoospores sorties, avant le lever du jour, et par conséquent dans des conditions qui rendent l'observation plus difficile que celles qu'a rencontrées M. Berthold.

» Une semblable variation dans la reproduction de l'*Ect. siliculosus* ne serait d'ailleurs pas nouvelle parmi les Phéosporées : dans un Mémoire récent [1], j'ai relevé le fait que le *Cutleria* ne se comporte pas à Saint-Vaast, d'après Thuret, comme à Naples, d'après MM. Reinke et Falkenberg, et que le *Tilopteris* ne se comporte pas non plus à Cherbourg, d'après M. Guignard, de même qu'à Helgoland d'après M. Reinke. Ces observations sont donc loin de vider la question de la reproduction des Phéosporées, et il serait tout aussi imprudent de généraliser, comme on le fait habituellement, le cas de l'*Ect. siliculosus*, en donnant sa reproduction isogame comme type de celle des Phéosporées proprement dites, que de prétendre que toutes ont une reproduction hétérogamique comme l'*Ect. secundus*. Mais la différence de reproduction de ces deux espèces doit cependant être invoquée contre la séparation profonde du *Tilopteris* et du *Cutleria* des autres Phéosporées, car leur hétérogamie est simplement plus accentuée que dans les deux *Ectocarpus* précédents. »

M. G.-W. Pierces adresse une Note relative à la vitesse du son.

M. L. Mirinny adresse une nouvelle Note relative à la résolution de l'équation générale du cinquième degré.

---

(1) C. Sauvageau, *Remarques sur la production des Phéosporées et, en particulier, des Ectocarpus* (*Annales des Sciences naturelles, Botanique;* 1896).

M. **Reilly** adresse, de Dublin, une Note relative à la situation géographique des îles sous-marines.

La séance est levée à 4 heures. **M. B.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 aout 1896.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré et H. Resal. Tome deuxième. Année 1896. Fascicule n° 3. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-4°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 8. 25 août 1896. Paris, G. Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : M. E. Mascart. Nos 213 à 225; in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France. Tome vingt-quatrième. Juin 1896; 1 vol. in-8°.

Annales d'Hydrologie et de Climatologie médicales. Directeur scientifique : M. Albert Robin, de l'Académie de Médecine. Août 1896. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique. N° 9. (Deuxième semestre). Paris, Chamerot et Renouard, 1896; 1 fasc. in-4°.

Historique de l'Industrie suisse des matières colorantes artificielles, par M. G.-F. Jaubert. Genève, Georg et Cie, 1896; 1 vol. in-8°.

Discurso leido el dia 19 *de mayo de* 1896 *en la sesion solemne comemorativa de la fundacion de la Real Academia de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habaña*, por el presidente Dr Antonio de Gordon y de Acosta. Habaña, 1896; 1 fasc. in-8°. (Offert par l'auteur.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 SEPTEMBRE 1896.

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur Amé-Henry Resal; par M. **Maurice Lévy**.

« Tous ceux qui s'intéressent à la Mécanique en ce qu'elle a d'utile, comme en ce qu'elle a d'élevé, prendront part au deuil dont se trouve frappée l'Académie par la mort d'Henry Resal. Avec lui, en effet, s'en va le véritable continuateur de Poncelet, celui de ses disciples qui a le mieux su mettre en valeur les méthodes et les procédés du maître.

» Mais Resal était lui-même un maître et le rôle de disciple, bien qu'il ne répugnât en rien à sa modestie, n'eût suffi ni à son extraordinaire activité, ni à ses multiples et brillantes facultés. La Mécanique appliquée telle que l'entendait Poncelet était son domaine de prédilection; mais la Méca-

nique céleste, la Physique mathématique, la Cinématique pure, la Géométrie lui étaient également familières, et, dans toutes ces branches de la Science, il laisse les marques d'un esprit particulièrement inventif et primesautier.

» L'homme n'était pas inférieur au savant. C'était un cœur d'or et un caractère d'une inflexible droiture.

» Il n'avait rien d'un apôtre. La vertu lui était trop naturelle pour qu'en la pratiquant il se crût autorisé à la prêcher. Plus volontiers il en eût ri, comme il était disposé à rire de tout. Mais, tout en se riant, il n'a jamais manqué au plus petit de ses devoirs. Il savait les remplir tous gaiement, simplement et surtout sans phrases.

» Nous savons tous combien grande était son assiduité à nos séances, et nous, ses Confrères de la Section de Mécanique, savons avec quel soin méthodique et scrupuleux il s'acquittait de ses devoirs de doyen, sachant très habilement, quand il le fallait, user de sa belle humeur bourguignonne pour faire accepter une grande fermeté. Mais où il a porté le plus haut le sentiment inné du devoir qui le guidait en toutes choses, c'est dans son enseignement. J'en parle savamment, ayant eu, dans ma jeunesse, l'honneur d'être, pendant plusieurs années, son répétiteur à l'École Polytechnique. Je tiens son cours pour l'un des plus fructueux qui aient jamais été professés. C'est peut-être de tous, sans même excepter celui si marquant de son éminent devancier Bour, celui qui remplit le mieux la double visée qu'on poursuit à l'École Polytechnique : visée scientifique dans le présent, visée pratique pour l'avenir. Ses exemples sont toujours choisis aux confins de la science la plus solide et de la pratique la plus moderne; il les renouvelait sans cesse. Ses successeurs y puiseront longtemps et à pleines mains.

» Les théories générales y sont condensées de main de maître, quelques-unes avec autant d'originalité que de simplicité. Je citerai notamment la Dynamique des corps solides, l'Hydraulique, la Thermodynamique et la Théorie de la transmission du travail dans les machines.

» C'est un honneur pour une École d'avoir inspiré un tel enseignement, et celui qui l'a conçu méritait grandement la reconnaissance de cette École.

» Ce n'est pas la forme didactique qu'il faut chercher chez Resal; elle lui était fort indifférente. Nourri de la moelle de la Science, il aimait, par-dessus tout, à la servir en substance concentrée. Cette façon d'enseigner exige, de la part des auditeurs, un travail personnel, ce qui est un bien. Tout ceux qui ont voulu se livrer à ce travail se sont trouvés, par le cours

de Resal, préparés à toutes les applications, si variées puissent-elles être ou devenir, de la Mécanique à l'Art de l'ingénieur.

» Du reste, ingénieur dans l'âme, il aimait travailler pour ses collègues. « Fils d'architecte, disait-il volontiers, j'ai tenu la truelle, avant de savoir » tenir une plume. » Et, de fait, c'est en s'amusant à voir manier la truelle sous la direction de son père, architecte à Plombières, que, sans effort et avec un minimum de préparation au collège d'Épinal, puis à Sainte-Barbe, il est arrivé, dans les premiers, à l'École Polytechnique, à l'âge de dix-huit ans. Pour la partie mathématique, il eût été largement prêt dès l'âge de seize ans.

» C'était en 1847. Les grandes découvertes d'Ampère, en Électrodynamique, venaient de faire leur entrée dans l'enseignement classique. Resal se prit d'enthousiasme pour elles et en fit l'objet de son premier Mémoire rédigé pendant son séjour même à l'École Polytechnique. Bravais a fait à son jeune élève le grand honneur d'en introduire une partie dans ses leçons.

» Également pendant qu'il était encore élève, il fit, sur la Théorie du frottement dans les engrenages coniques et la vis sans fin, une étude qui fut publiée au *Journal de l'École Polytechnique* en 1850.

» Son ardeur pour la Science, comme celle de ses camarades, fut un instant suspendue par la Révolution de 1848. Aux journées de juin, il servit en qualité d'aide de camp du général Mellinet.

» Sorti second de l'École, il choisit la carrière des Mines. Les Sciences appliquées enseignées à l'École des Mines le trouvèrent aussi assidu que les Sciences mathématiques, sans d'ailleurs le détourner de ces dernières. En 1853, il fut nommé Ingénieur des Mines à Besançon, où il s'occupa de la Carte géologique des régions montagneuses de la contrée. L'année suivante, il prit le grade de Docteur ès Sciences mathématiques.

» Sa thèse est la première application faite au globe terrestre du problème de l'équilibre élastique d'une enveloppe sphérique, si magistralement résolu par Lamé. Soutenue devant Cauchy et Lamé lui-même, elle lui valut la protection de ces deux illustres savants, de même que la précocité de ses travaux d'élève lui avait valu, de la part de Poncelet, une amitié qui n'a cessé qu'avec la vie.

» En 1855, Resal fut nommé Professeur à la Faculté de Besançon. De cet enseignement est sortie non seulement sa *Cinématique pure* où, entre autres innovations, on trouve la notion et la théorie de la suraccélération, mais aussi divers travaux théoriques et expérimentaux sur l'horlogerie,

travaux qui, avec ceux de Phillips, ont contribué aux progrès de l'horlogerie de précision.

» C'est à la même époque, en 1865, qu'il publia son *Traité de Mécanique céleste*, destiné surtout à rendre plus accessible l'œuvre de Laplace.

» La mort de Bour, survenue d'une façon si inopinée en 1872, rendait vacante la chaire de Mécanique rationnelle de l'École Polytechnique. Resal se trouvait naturellement désigné pour la remplir. J'ai dit plus haut que la succession, pour lourde qu'elle fût, n'a pas été, il s'en faut, au-dessus de ses forces.

» Cette même année, il commençait la publication de son *Traité de Mécanique générale*, en sept Volumes, véritable monument élevé à la Mécanique rationnelle et à ses applications dans toutes les directions.

» C'est là qu'on trouve résumés les Mémoires les plus importants de Resal. Peu d'Ouvrages sont plus nourris. L'auteur n'y prend pas toujours la peine de coordonner ses idées; il les sème un peu; mais il y en a beaucoup.

» Quelque problème que l'on ait à résoudre, on peut le consulter avec fruit. Tout y est condensé. Parfois, on trouve, en quelques pages, des traits de lumière. Je citerai une Note, sur le mouvement des projectiles à l'intérieur d'une arme à feu, où sont, pour la première fois, appliqués avec succès les principes de la Thermodynamique à ce phénomène complexe de la pression développée, par la combustion, dans l'âme d'une arme. On peut dire que là se trouve l'origine de la balistique intérieure contemporaine. Notre Confrère Sarrau m'a dit souvent qu'il y a puisé ses premières inspirations sur ce sujet. Au surplus, à la suite de ce travail et de plusieurs autres théoriques ou expérimentaux sur le mouvement des projectiles, le Ministère de la Guerre a créé, pour Resal, un poste spécial: celui d'adjoint au Comité d'Artillerie pour les études scientifiques.

» Son exposition concise, mais remarquablement nette, de la théorie des volants et des régulateurs est certainement aussi le point de départ des travaux les plus remarquables faits, depuis, sur ce sujet délicat.

» Une autre Note, insérée aux *Comptes rendus*, traite d'une façon non moins heureuse un autre sujet nouveau : celui de la propagation d'une onde liquide dans un tube élastique, question qui trouve son application dans les phénomènes de la circulation du sang et dans les expériences de notre Confrère Marey.

» Outre ces travaux d'inspiration primesautière et de plein succès, ce

vaste Ouvrage contient une foule d'applications utiles ou d'exercices intéressants.

» En 1873, l'Académie des Sciences ouvrit ses portes à Resal, en lui donnant la succession du baron Dupin. Cette haute distinction n'a fait que surexciter son ardeur au travail. Ses Communications à l'Académie ou aux *Annales des Mines* montrent que son activité ne s'est jamais ralentie. Resal avait deux qualités rarement unies : il travaillait avec une merveilleuse facilité et il travaillait toujours. Le travail était sa seule distraction quand il était bien portant, son seul remède, remède dangereux, quand sa robuste santé a commencé à le trahir.

» En 1888, il a publié un *Traité de Physique mathématique,* qui a pour objet de résumer cette vaste Science, comme il avait précédemment résumé la Mécanique céleste.

» Il travaillait à la seconde édition de la *Mécanique générale,* dont les deux premiers Volumes ont paru, quand la mort est venue le surprendre.

» Depuis plusieurs années, sa santé déclinait visiblement. La maladie qui a fini par l'emporter avait légèrement courbé ce corps autrefois droit et élancé comme les grands chênes des forêts des Vosges au milieu desquelles s'est passée son enfance; elle avait pâli et quelque peu attristé ce fin visage qu'on était habitué à voir toujours animé et souriant. Mais rien ne faisait présager une fin prochaine, lorsque, comme tous les ans, il est parti pour aller passer ses vacances en Suisse et en Savoie. Le 29 juin, il m'adressait encore de Saint-Gervais une lettre dans laquelle il me communiquait diverses observations sur un Mémoire que l'Académie pourrait être appelée à juger. Cette lettre me montrait qu'il avait toujours l'esprit en éveil et le souci des jugements à rendre par l'Académie.

» Vers le milieu du mois d'août, il fut pris d'une violente crise d'atonie intestinale; sa famille accourut près de lui. Les soins qui lui furent prodigués l'avaient remis assez bien pour qu'il manifestât le désir d'aller visiter l'Exposition de Genève. Mais en route, à Annemasse, il fut repris avec une violence telle qu'une opération chirurgicale fut jugée nécessaire. Il succomba peu de jours après, le 22 août. Il a été inhumé, le 25 août, à Étang-sur-Arroux (Saône-et-Loire), lieu de sépulture de famille.

» C'est dans ce coin de la Bourgogne qu'il comptait se retirer dans deux ans, lorsqu'il aurait eu droit à sa retraite comme Inspecteur général des Mines. Au lieu du repos bien mérité et qui n'eût pas été l'oisiveté, qu'il y espérait, c'est le repos suprême qu'il y dort à présent. Mais il laisse après

lui une œuvre que je n'ai pu qu'esquisser ici à grands traits et qui assure la survivance de son nom.

» Il laisse à ses deux fils le plus précieux de tous les héritages : l'exemple d'une vie consacrée tout entière aux progrès de la Science et à ses applications en ce qu'elles ont de plus noble et de plus désintéressé. Cet exemple n'a pas été perdu pour eux, et Resal a eu la joie bien rare de les voir tous deux sortir brillamment de l'École Polytechnique, dans la carrière des Ponts et Chaussées, qu'ils parcourent de façon à ajouter encore à la réputation du nom qu'ils portent.

» Ces deux fils sont la couronne et la parure d'une mère qui, grâce à des dons exceptionnels, a pu les suivre, non seulement dans leur éducation classique, mais même fort loin dans leur instruction scientifique. Ils seront aussi sa consolation dans la cruelle épreuve qu'elle subit et dans laquelle l'accompagnent les respectueuses sympathies de l'Académie, du monde savant et des Ingénieurs. »

ASTRONOMIE. — *Sur les observations de l'éclipse de Soleil du 9 août dernier.* Extrait d'une lettre de M. **Backlund**, Directeur de l'observatoire de Poulkovo, à M. Tisserand.

« Poulkovo, 2 septembre 1896.

» .... Nous revenons de la Nouvelle-Zemble, où nous avons été observer l'éclipse totale de Soleil du 9 août dernier. Nous étions arrivés à la station choisie, environ trois semaines avant l'éclipse. Le Prince Galitzine a pu faire, en attendant, de nombreuses observations météorologiques et magnétiques, avec le concours de MM. Kostinsky, Fansky et Goldberg ; mais le ciel était presque constamment couvert, et la température basse (de 0° à + 3°). C'est à peine si l'on put obtenir quelques hauteurs du Soleil, pour déterminer la correction des chronomètres.

» Nous avions perdu tout espoir de voir l'éclipse. Le jour même du phénomène, à 4 heures du matin, le ciel était entièrement couvert ; mais, à partir de ce moment, les nuages commencèrent à se dissiper. Nous avons pu observer le premier contact avec un ciel parfaitement clair. Pendant la totalité, quelques légers nuages passaient devant le Soleil ; néanmoins, nous avons pu obtenir douze bonnes photographies, sur quelques-unes desquelles la couronne présente une étendue considérable. Les quatre contacts ont été très bien observés. Les recherches, dans les environs du Soleil, ont

été difficiles, à cause de la présence de légers nuages, et en raison de la courte durée de la totalité.

» Il y avait, dans la Nouvelle-Zemble, une autre expédition russe, organisée par l'Université de Kasan, sous la direction de M. Dubjago, et une expédition anglaise, amenée par Sir Boden-Powell, sur son yacht *Ottaria;* tous ces astronomes ont bien réussi dans leurs observations.

» Notre expédition, à Amour en Sibérie, a réussi également; une dépêche de M. Belopolsky annonce qu'il a pu obtenir six photogrammes de la couronne et de son spectre.

» Sur l'invitation de Sir Boden-Powell, je suis allé avec lui à Hammerfest, où j'ai eu le plaisir de voir Nansen et ses compagnons de voyage. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Marcellin Langlois** adresse un cinquième Mémoire de Thermochimie : « Composés oxygénés du phosphore, de l'arsenic, du soufre ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Rozier** adresse une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que les fêtes d'inauguration des statues élevées dans la ville d'Alais à Pasteur, à Florian et à l'abbé de Sauvages, auront lieu les 26 et 27 septembre.

M. le **Président** présente à l'Académie le « Compte rendu de la vingt-quatrième session de l'Association française pour l'avancement des Sciences : Bordeaux, 1895 ». Seconde Partie : Notes et Mémoires.

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'emploi d'un cercle fixe, dérivé d'un groupe quelconque de sept tangentes d'une conique, pour définir,* a priori, *le cercle dérivé de sept droites quelconques.* Note de M. **Paul Serret**.

« On peut obtenir *a priori* le « cercle dérivé de sept droites » dans le cas spécial où les droites données sont tangentes à une même conique. Ce cercle, en effet, ne dépend alors que de la conique inscrite, non du groupe tangentiel employé pour le définir. Et il arrive, d'ailleurs, que l'on peut passer analytiquement, de ce cas doublement particulier, au cas général, par le chemin le plus court, en dehors de tous les circuits géométriques qui nous y avaient mené en premier lieu.

» Nous emploierons les lemmes suivants :

» 1. Lemme I. — *Tout heptagone* $(T_1 \ldots T_7)$, *circonscrit à une conique, a pour cercle dérivé un cercle fixe* $(C, r\sqrt{-\frac{1}{3}})$, *de même centre* C *que cette conique, et qui se déduit du cercle de Monge* (C, r) *attaché à celle-ci, en multipliant son rayon par* $\sqrt{-\frac{1}{3}}$.

» Pour une enveloppe, plane ou solide, de classe n, il existe une proposition analogue dont l'énoncé et la démonstration, à la fois, s'obtiennent par la méthode déjà employée. Mais, pour le cas simple actuel, il suffit de poser l'identité

$$\Sigma_1^7 l_1 T_1^3 \equiv \Sigma_1^7 l_1 (a_1 x + b_1 y - p_1)^3 \equiv x^2 + y^2 + 2\alpha x + 2\beta y + r,$$

et d'utiliser, avec les équations de condition résultantes, la relation

$$p_i^2 = a^2 a_i^2 + b^2 b_i^2,$$

qui exprime que les droites considérées $0 = T_i \equiv a_i x + b_i y - p_i$ sont tangentes à l'ellipse $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$. On trouve ainsi, avec $0 = \alpha = \beta$, $\gamma = \frac{a^2 + b^2}{3}$; d'où, pour le cercle dérivé,

$$0 = \Sigma_1^7 l_1 T_1^3 \equiv x^2 + y^2 + \frac{a^2 + b^2}{3}; \tag{1}$$

c'est le lemme énoncé et qui entraîne aussitôt le suivant :

» Lemme II. — *Huit tangentes* $T_1, \ldots, T_8$ *d'une conique vérifient toujours l'identité*

$$\Sigma_1^8 l_1 T_1^3 \equiv 0. \tag{2}$$

» Lemme III. — *Le diamètre newtonien relatif à un groupe quelconque de trois droites parallèles* $o = A = A_1 = A_2$, *ou le lieu du centre des moyennes distances de tous les systèmes de trois points inscrits aux droites de ce groupe, n'est autre que la droite* A' *définie par la double équation*

$$(3) \qquad o = lA^3 + l_1 A_1^3 + l_2 A_2^3 \equiv ax + by + c \equiv A' ;$$

comme il suit, par exemple, de l'identité générale

$$\Sigma_1^n l_1 (x - a)^n \equiv x - (a_1 + a_2 + \ldots + a_n).$$

» 2. Ces lemmes posés, soient, dans le même plan, A, B, $T_1, T_2, \ldots, T_5$ un groupe quelconque de sept droites indépendantes, et

$$(I) \qquad o = aA^3 + bB^3 + \Sigma_1^5 l_1 T_1^3 \equiv \text{cercle}\,(O, R)$$

le cercle inconnu dérivé de l'heptagone résultant.

» Faisons intervenir la conique (S), inscrite au pentagone partiel $(T_1, T_2, \ldots, T_5)$, et, après avoir mené à cette courbe :

» 1° Deux tangentes A_1, A_2 parallèles à la droite A,

» 2° Deux autres tangentes B_1, B_2 parallèles à B,

désignons

Par A' le diamètre newtonien relatif aux parallèles A, A_1, A_2 ;
Par B' » » » B, B_1, B_2.

» Écrivant ensuite, conformément au lemme III, les identités

$$(II) \qquad l'A^3 + l'_1 A_1^3 + l'_2 A_2^3 \equiv A',$$

$$(III) \qquad m'B^3 + m'_1 B_1^3 + m'_2 B_2^3 \equiv B',$$

caractéristiques de ces diamètres, éliminons A^3 et B^3 entre (I), (II), (III). L'identité résultante

$$(IV) \quad o = a_1 A_1^3 + a_2 A_2^3 + b_1 B_1^3 + b_2 B_2^3 + \Sigma_1^5 t_1 T_1^3 \equiv \text{cercle}\,(O, R) + A' + B',$$

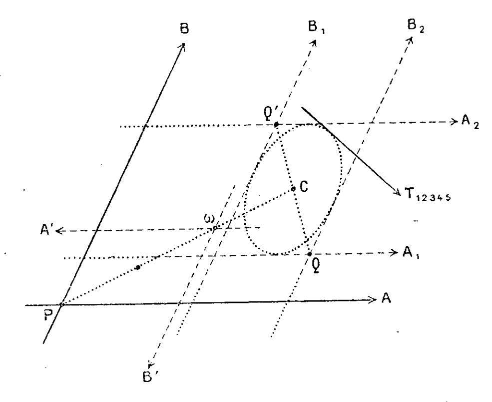
où ne figurent plus que les cubes relatifs aux neuf tangentes $A_1, A_2, B_1, B_2, T_1, T_2, \ldots, T_5$ de la conique (S), et que le lemme II permet de ramener à ne contenir que les cubes relatifs à sept de ces tangentes, nous montre, *dans le nouveau cercle* (IV), *un cercle connu* et qui n'est autre, d'après le lemme I, que *le cercle fixe, dérivé d'un groupe quelconque de sept tangentes de la conique* (S) : ou *le cercle* $(C, r\sqrt{-\frac{1}{3}})$ lié, comme il a été dit, au cercle de Monge (C, r) relatif à cette conique.

» Nous pouvons donc écrire identiquement

(IV') Cercle (O, R) + A' + B' ≡ cercle connu $\left(C, r\sqrt{-\frac{1}{3}}\right)$

et nous avons, dès lors, *dans le point de concours* ω *des droites* A', B', un point de commune puissance par rapport au cercle cherché (O, R) et au cercle connu $\left(C, r\sqrt{-\frac{1}{3}}\right)$, ou, si l'on veut, *le centre d'un premier cercle connu, orthogonal à la fois au cercle donné* $\left(C, r\sqrt{-\frac{1}{3}}\right)$ *et au cercle cherché* (O, R).

» Mais *le point* ω, intersection des diamètres A', B' relatifs aux groupes de parallèles (A, A_1, A_2), (B, B_1, B_2), *n'est autre*, sur la figure, *que le centre*



de gravité du triangle PQQ' inscrit à la fois aux trois parallèles de l'un et de l'autre groupe, ou encore, et puisque le milieu du côté QQ' est en C, *le point que l'on obtient* par l'emploi des seules droites données A, B, T_1, T_2, ..., T_5, *en joignant le point de concours* P *des deux premières au centre* C *de la conique inscrite aux droites restantes, et prenant, sur* $\overline{CP}$, $\overline{C\omega} = \frac{1}{3}\overline{CP}$.

» De là une construction dont nous supprimons l'énoncé, tout à fait équivalent, dans le fond, à celui qui a été donné déjà (¹). »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts.* Note de M. **L. Hartmann**, présentée par M. A. Cornu.

« Je prie l'Académie de me permettre quelques observations au sujet de la Note présentée le 27 juillet dernier par M. Charpy.

(¹) *Comptes rendus*, p. 477; 3 septembre 1894.

» 1° D'après M. Charpy, j'aurais énoncé, entre autres résultats, que « les métaux se comportent tous comme des corps homogènes, et que les » constituants indiqués par l'étude microscopique n'interviennent pas » dans la répartition des déformations ». Je n'ai jamais émis cette opinion, qui se trouve, au contraire, en contradiction avec les conclusions auxquelles mes travaux m'ont conduit. Il me suffira de rappeler, à cet égard, qu'après avoir donné, pour les corps homogènes et isotropes, les lois exposées dans mes Notes du 5 mars et du 2 avril 1894, j'ai considéré le cas de solides renfermant des forces élastiques préexistantes, emmagasinées par des efforts antérieurs (mécaniques ou thermiques), en faisant ressortir la modification de la distribution des déformations sous l'influence de ces forces élastiques, qui, pour un métal composé, sont, de toute évidence, fonction de l'état actuel des constituants.

» Ce qui a peut-être donné lieu à l'interprétation de M. Charpy, c'est l'expérience dans laquelle, ayant soumis à une pression intérieure un tube de bouche à feu muni de sa frette, j'ai obtenu des spirales logarithmiques aussi régulières dans l'acier puddlé de celle-ci, que dans l'acier fondu du tube, en constatant ainsi que, dans ce cas particulier, les lignes obtenues dépendent de la nature de l'effort, ainsi que de la forme géométrique de la pièce et non de sa constitution chimique. C'est là un fait d'expérience relatif à l'acier, dont je n'ai nullement généralisé les conséquences en les étendant à tous les métaux.

» 2° M. Charpy s'est proposé de démontrer qu'on peut manifester l'état physique d'un corps au moyen d'un nouvel effort. C'est un point que j'ai mis depuis longtemps en évidence.

» En particulier, ayant soumis une plaque carrée à une épreuve d'emboutissage et ayant obtenu des déformations sous forme de spirales, j'ai découpé une barrette de traction dans une des moitiés de la plaque, au milieu des réseaux les plus accentués; cette barrette a été ensuite diminuée de 1^{mm} sur ses faces et elle a été polie. La traction a fait apparaître, dans ces conditions, des lignes obliques sur la direction du nouvel effort; mais, en même temps, on a vu se dessiner, avec une assez grande netteté, la plupart des déformations dues au premier emboutissage.

» J'ai montré également que les forces élastiques latentes d'un corps sont manifestées par une attaque chimique, tout aussi bien que ses déformations pendant la durée même de l'action d'un effort; l'attaque, dans les deux cas, produisant, en chaque point, des effets qui sont fonction de la force élastique agissant en ce point, et, par suite, les figures creusées sur

les surfaces libres étant caractéristiques de la répartition des tensions le long de ces surfaces.

» Ce qui distingue les expériences de M. Charpy des miennes, c'est qu'il a limité ses observations à l'état physique préexistant des corps qu'il a considérés, en n'étudiant leurs déformations que dans le voisinage immédiat de la limite élastique. Il en est ainsi arrivé à des conclusions qui, loin d'être en désaccord avec les lois que j'ai énoncées sur la distribution des déformations, n'en sont qu'un corollaire, auquel il s'est arrêté.

» 3° M. Charpy paraît penser que mes expériences ont porté sur des métaux oxydés superficiellement, ce qui pourrait signifier que les faits observés se rapportent à la couche d'oxyde ainsi formée, plutôt qu'au métal sous-jacent.

» Je profite de cette circonstance pour faire connaître que le procédé, dont je me suis servi pour étudier les traces des déformations sur les surfaces libres des métaux, consiste uniquement dans un polissage, aussi parfait que possible, de ces surfaces.

» Je dois signaler à ce sujet que l'opération du polissage a pour effet de créer autour du corps une couche dont la constitution physique diffère notablement de celle de l'intérieur.

» Je me suis attaché à démontrer que la présence de cette couche superficielle n'exerce, en général, aucune influence sur la formation et la distribution des zones de déformation dans les métaux soumis à des efforts. Par contre, on doit en tenir compte dans l'examen micrographique de la surface d'un métal, quand on la soumet, après polissage, à une attaque chimique. »

PHYSIQUE. — *Décharge des corps électrisés par les rayons* X. Note de M. Émile Villari, présentée par M. Mascart.

« Je rappellerai d'abord un phénomène que j'ai déjà décrit :

» Lorsque les rayons X frappent un conducteur électrisé, un disque métallique uni à un électroscope, par exemple, le conducteur se décharge avec une certaine rapidité, et à peu près uniformément, du commencement à la fin. Si, au contraire, le conducteur est recouvert étroitement d'un cohibant tel que la paraffine, la décharge provoquée se ralentit dès le début, et s'arrête en peu de temps. En répétant les expériences, après les charges successives, on observe que les décharges initiales deviennent de

plus en plus faibles, jusqu'à s'annuler. De telle façon que, d'après la manière dont se fait la dispersion électrique d'un conducteur pour les rayons X, nous pouvons reconnaître si la décharge est faite par un conducteur nu ou par un conducteur recouvert d'un cohibant.

» Voici maintenant quelques nouvelles expériences :

» Je plaçai l'ampoule de Crookes dans une caisse de plomb, et cette dernière, avec la bobine, dans une caisse de zinc fermée et en communication avec le sol. Les deux caisses avaient, chacune, en regard du fond anticathodique de l'ampoule, un trou de 9^{cm}; le trou extérieur était fermé par une mince feuille d'aluminium ($0^{mm},3$). Devant ce trou, parallèlement à la paroi de la caisse, je plaçai une large lame de zinc ($40 \times 40 \times 0^{cm},42$) avec un trou de 4^{cm} au centre, pourvu d'un tube de fer-blanc 4×6^{cm}, pour limiter l'extension et la divergence des rayons. Je plaçai ensuite, à environ 50^{cm} de l'ampoule, un disque de plomb ($9 \times 0^{cm},44$) fixé, au moyen d'une vis, sur un électroscope à feuilles d'or, que j'observais avec une lunette à distance. Sur une des faces du disque, j'avais fixé à chaud une lame de paraffine ($11 \times 11 \times 1^{cm},5$) et j'exposai le disque aux radiations, tantôt du côté découvert, tantôt du côté paraffiné.

» Dans une série d'expériences, par exemple, les rayons frappant le côté paraffiné du disque, la durée de décharge de 1° augmenta petit à petit, de 20 secondes à 80 secondes, sans pourtant s'arrêter. Ce qui démontre que, lorsque le côté paraffiné est frappé, la décharge a lieu de ce côté et du côté découvert et à l'ombre, à cause des rayons qui, repliés sur le bord du disque, le frappent et l'activent.

» Ensuite, je tournai à la radiation le côté nu du disque, de manière que le côté paraffiné se trouvât à l'ombre. La décharge fut alors uniforme et l'électroscope perdit constamment 1° en dix secondes environ.

» On doit donc admettre que la décharge a eu lieu seulement du côté découvert. Les rayons qui se repliaient dans le premier cas doivent aussi se replier dans le second; la paraffine étant très transparente, les rayons devraient frapper le métal sous-jacent et en activer la décharge, avec les modalités relatives à un conducteur couvert d'un cohibant, ce qui ne se vérifie point.

» Ces faits me firent revenir à l'hypothèse, déjà mentionnée dans une autre de mes Notes, que le phénomène de la décharge est provoqué, non pas directement par les rayons X, mais par l'air activé par leur passage. Cet air, activé par les rayons qui passent latéralement au disque, se répand rapidement dans l'ombre du disque, et, en frappant sur le côté métallique, en provoque la décharge. Mais si le côté qui est à l'ombre est couvert de paraffine, l'air actif ne peut y parvenir, et ce côté ne participe pas à la diffusion électrique; la diffusion pourrait ensuite avoir lieu par convection ou transport dû aux particules de l'air, ainsi que je l'ai déjà dit, et comme M. Righi l'a supposé avant moi; ou bien, ainsi que je l'ai fait observer moi-même, par une espèce de danse électrique, rendue plus vive par

l'action des rayons X. Pour appuyer cette manière de voir, je fis diverses expériences, dont je ne citerai que les suivantes :

» L'ampoule étant disposée dans les caisses de garde, comme ci-dessus, je plaçai, devant leurs trous, un disque de plomb de $9 \times 0^{cm},44$ soutenu par un long tube de plomb, qui passait par son centre et se prolongeait de 6^{cm} au delà du disque. A 4^{cm} ou 5^{cm} du bout de ce tube, je plaçai l'électroscope chargé; en y soufflant un courant d'air, j'observai qu'il ne se déchargeait point du tout. Je fis ensuite deux séries de mesures avec l'ampoule active : l'une avec et l'autre sans le courant d'air; comme moyenne de diverses expériences, j'obtins les chiffres suivants :

Sans le courant, l'électroscope perd........	5°	en	$9^{s},4$
»	10	en	23,2
Avec le courant, l'électroscope perd........	5	en	6,1
»	10	en	14,5

» Ces résultats montrent bien que, si l'on pousse le courant d'air du centre du disque à l'électroscope placé à l'ombre, ce dernier se décharge un peu plus rapidement que sans le courant. Il semble que le courant détermine une aspiration latérale, entraîne plus d'air actif sur l'électroscope, et le décharge plus rapidement.

» Dans une seconde expérience, je supprimai le tube de plomb, je fermai le trou du disque, et au moyen d'un très grand soufflet acoustique et d'une colonne de verre d'un mètre de long et de 3^{cm} de diamètre, je poussai un fort courant d'air contre l'électroscope et contre le disque, placés de la même manière qu'auparavant. Une expérience d'épreuve me montra que le courant simple ne modifiait point la charge de l'électroscope. Je répétai donc les expériences de la même manière; voici les résultats de deux d'entre elles :

Sans le courant, perte de	5°	en	$8^{s},0$	
»	10	en	14,1	
»	15	en	22,0	
Avec le courant, perte de................	5	en	38,8	
»	10	en	66,0	
»	15	en	120,0	E immobile.

» Le courant d'air neutre ou inactif étant poussé contre l'électroscope de manière à en éloigner l'air actif ou déchargeur, non seulement il ralentit la décharge, mais, s'il est assez fort, il peut aussi l'empêcher complètement, ainsi que cela est arrivé dans la dernière observation.

» On observe des phénomènes semblables en exposant directement le disque aux rayons X et au courant d'air; mais, dans ce cas, l'effet du courant est, naturellement, moins énergique, car on ne peut chasser tout l'air directement activé par les rayons X; et peut-être le courant lui-même est-il un peu activé par les rayons, et porte-t-il sur l'électroscope de l'air actif mêlé à de l'air inactif.

» En admettant cette théorie, il est facile de comprendre que l'action de l'air actif, par sa facilité à se répandre, peut être sensible, même dans le centre d'ombres assez étendues, produites par des lames carrées ou par des disques opaques de 40^{cm} à 60^{cm} de côté ou de diamètre. On peut aussi, de cette manière, interpréter l'action des tubes opaques sur les rayons. Un tube de fer-blanc, placé à côté ou enveloppant la boule de l'électroscope, et avec son axe dans la direction des rayons X, en atténue beaucoup l'efficacité, car, tout en permettant aux rayons directs d'arriver à l'électroscope, il empêche l'air activé par les rayons latéraux d'y parvenir. Les rayons qui passent le long d'un tube opaque diminuent d'efficacité, parce que le tube empêche les rayons divergents de se propager et d'activer l'air environnant, peut-être aussi parce qu'ils sont en partie absorbés et imparfaitement réfléchis par les parois du tube même. Si l'on pousse contre l'électroscope l'air activé par les rayons X, il se décharge beaucoup plus rapidement, comme je l'ai démontré dans ma Note précédente.

» Mais, outre que l'air déchargeur se répand dans l'ombre des corps opaques, j'ai montré par la photographie, dans une autre Note, que les rayons X subissent aussi un reploiement effectif ou une diffraction. Ainsi l'action des rayons serait double. En tombant sur les corps opaques, de la même manière que les rayons lumineux, ils se replient dans l'intérieur des ombres géométriques, à une petite distance du bord lumineux. En traversant l'air, ils l'activent en lui communiquant leur propriété de décharger, et cet air peut se transmettre à une certaine distance des rayons et dans toutes les directions, en pénétrant même au centre d'ombres fort étendues, soit par la diffusion de l'air activé, soit de toute autre manière. Murani vient de démontrer, par la photographie, que les rayons X se réfléchissent sur une surface d'acier polie, selon les lois connues. Les verres photographiques sont directement influencés par les rayons X qui, dans les phénomènes de la réflexion et dans d'autres encore, paraissent suivre les lois de la lumière.

» Au contraire, l'électroscope subit l'influence de l'air activé par les rayons et non celle des rayons eux-mêmes; et il semble que cet air, en se répandant, donne au phénomène les caractères de la diffusion, plutôt que ceux de la réflexion régulière, ainsi que j'ai pu m'en assurer par quelques-unes de mes expériences, quoiqu'elles ne soient pas encore absolument concluantes (1). »

---

(1) *Atti Acc. de Bologne,* 12 avril 1896.

PHYSIQUE. — *Sur l'émission des rayons* X. Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. A. Cornu.

« MM. Imbert et Bertin-Sans ont trouvé les premiers (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 605) que l'intensité des rayons X émis par une surface plane est sensiblement constante à l'intérieur d'un cône dont les génératrices forment un angle de 35° ou 40° avec la normale à la surface. De son côté, M. Gouy a montré (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1197) que les rayons émis par une lame de platine présentent une intensité presque constante jusqu'à une petite distance de l'émission rasante.

» Cette loi d'émission me semble être une conséquence nécessaire de plusieurs faits connus.

» Sans entrer dans le mécanisme intime de la production des rayons X, j'admettrai, avec la plupart des physiciens, que ces rayons sont dus aux vibrations atomiques provoquées par le contact des rayons cathodiques avec les particules matérielles. Ces derniers pénètrent à une faible profondeur dans l'anti-cathode, dont chaque point frappé devient un centre d'émission.

» Supposons maintenant que l'intensité des rayons X soit proportionnelle à celle des rayons cathodiques qui les produisent. La quantité de rayons X émanant normalement d'une couche de matière limitée par une surface σ, découpée sur deux plans distants de z et de $z + dz$ de la surface de l'anti-cathode, sera donnée par l'expression

$$dI = A\sigma e^{-\alpha z} dz,$$

où α est le coefficient d'absorption de la matière de l'anti-cathode pour les rayons cathodiques, A un facteur de proportionnalité.

» L'intensité des rayons normaux qui émergent à la surface de l'anti-cathode est exprimée par

$$dI' = A\sigma e^{-(\alpha+\beta)z} dz,$$

β étant le coefficient d'absorption pour les rayons X.

» Dans le cas de l'émission sous un angle φ par rapport à la normale, la surface apparente de l'élément σ est réduite dans le rapport de 1 à $\cos\varphi$; mais la longueur des droites comprises entre les plans z et $z + dz$ est augmentée dans la même proportion, de telle sorte que l'émission conserve la

même valeur; en revanche, l'absorption est plus forte, et la quantité de rayons X atteignant la surface de l'anti-cathode est donnée par l'expression

$$dI'_\varphi = A\sigma e^{-\left(\alpha + \frac{\beta}{\cos\varphi}\right)z} dz.$$

» La totalité de ces rayons, émergeant sous un angle φ de l'élément σ de l'anti-cathode, est donc

$$I'_\varphi = \frac{A\sigma}{\alpha + \frac{\beta}{\cos\varphi}}.$$

» Cette expression montre que la loi d'émission des rayons X en fonction de l'angle dépend essentiellement du rapport des deux coefficients d'absorption.

» En particulier, l'intensité de l'émission est à peu près indépendante de l'angle φ jusqu'au voisinage de l'émission rasante, si β est beaucoup plus petit que α. Or nous savons qu'il en est ainsi dans tous les cas étudiés jusqu'ici.

» Le calcul qui précède repose, il est vrai, sur une hypothèse non encore vérifiée, à savoir que l'intensité des rayons X est proportionnelle à celle des rayons cathodiques qui les engendrent. Mais on arrive à un résultat analogue en partant de relations beaucoup plus générales; si l'on suppose, par exemple, que les deux phénomènes sont reliés par une fonction entière, dont A, B, C, ... sont les coefficients successifs, on devra remplacer notre dernière expression, à un facteur constant près, par la suivante :

$$I''_\varphi = \frac{\sigma}{\alpha + \frac{\beta}{\cos\varphi}} \left[A + \frac{B}{\alpha + \frac{\beta}{\cos\varphi}} + \frac{2C}{\left(\alpha + \frac{\beta}{\cos\varphi}\right)^2} + \dots \right]$$

qui conduit aux mêmes conclusions en ce qui concerne la relation entre I'' et φ.

» Cette loi d'émission en fonction de l'angle n'est pas particulière aux rayons X; on arrive à des relations analogues, dans le cas de la lumière ordinaire, toutes les fois qu'elle émane d'un corps suffisamment transparent, à l'intérieur duquel l'éclat peut du reste varier suivant une loi quelconque. D'une manière générale, la loi du cosinus cesse d'être vraie toutes les fois que la *surface* d'émission est remplacée par un *volume* d'émission d'épaisseur finie. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la relation générale entre l'intensité de la sensation et la durée de l'excitation lumineuse.* Note de M. **Charles Henry**.

« On sait que les lumières très brèves restent invisibles (Richet et Bréguet) et que, pour avoir la sensation intégrale d'une lumière d'intensité égale au minimum perceptible, il faut voir cette lumière durant environ $\frac{1}{8}$ de seconde. C'est par ce fait que M. Bourdelles, directeur du dépôt des Phares, a été conduit à remplacer les anciens appareils à rotation lente par des *feux-éclairs* durant $\frac{1}{10}$ de seconde, qui ont permis d'augmenter dans une large mesure, sans accroissement de dépenses, la puissance et le rayon d'action de ces signaux. On ne connaît, sur la relation qui relie la durée de l'éclair à l'intensité de la sensation, qu'une loi limite, due au Dr A.-M. Bloch, vraie pour les intensités rapprochées du minimum perceptible et vérifiée (Charpentier) dans des limites de temps comprises entre 125 et 2 millièmes de seconde : *Les temps nécessaires à la sensation intégrale varient en raison inverse de l'intensité.*

» Je me suis proposé de préciser la relation générale qui relie à la durée de l'excitation l'intensité de la sensation, avec un simple obturateur photographique, l'obturateur Decaux, utilisant particulièrement les vitesses de 16, 1, 17, 25 et 61 millièmes de seconde, dont la constance, au cours de mes expériences, a été vérifiée, au Comptoir général de Photographie, avec l'appareil du général Sébert. J'ai pu me contenter de ces durées relativement grandes, grâce aux intensités très faibles que j'ai employées et que mes méthodes photométriques permettent de mesurer avec toute la rigueur désirable. J'ai réalisé tous mes éclairements dans la chambre noire, avec une bougie placée au centre d'une lanterne cylindrique en fer, percée antérieurement d'une ouverture rectangulaire sur laquelle je plaçais des écrans absorbants. Nous observons l'obturateur à la distance de $0^{m},30$.

» Après avoir collé, sur le plan antérieur de l'obturateur, un papier blanc, nous démasquons l'ouverture et nous plaçons, de part et d'autre de cette ouverture, des sources de lumière, que nous disposons de façon que la portion centrale du papier blanc, éclairée par transparence à travers l'ouverture, soit à peine plus lumineuse que le pourtour éclairé par réflexion; je note ce dernier éclairement; puis nous déclenchons successivement l'obturateur; nous constatons que, pour les grandes vitesses, aux éclairements très faibles, la tache centrale n'est plus différente du pourtour ou même que la différence change de sens; pour faire réapparaître la lumière de l'ouverture, je dois diminuer l'éclairement du pourtour, dans un rapport qu'il m'est aisé de

connaître et d'autant plus grand que la vitesse de l'obturateur est plus grande. Par la courbe psycho-physique ou par l'équation $S = 10000(1 - e^{-0,0006\, i^{0,19}})$ qui représente les observations [1], il est facile de déterminer le numéro d'ordre de sensation qui correspond à l'éclairement du pourtour et, par conséquent, le numéro d'ordre immédiatement supérieur de la tache lumineuse.

» Nous avons donc deux numéros d'ordre de sensation de la tache, l'un S_0, dans le cas de la perception intégrale; l'autre S_t, dans le cas de la perception partielle. Je n'ai plus qu'à chercher une relation exprimant ces deux nombres en fonction du temps et de l'intensité. Cette formule est la suivante :

$$S_t = S_0(1 - e^{-\alpha i^{0,8} t}), \tag{1}$$

dans laquelle $e = 2,71828$, i est l'intensité, t le temps, $\alpha = 0,0074$ exprime le coefficient de perte pour l'unité d'éclairement, qui est $\frac{1}{4000}$ de bougie-mètre, comme dans les expériences psycho-physiques.

» Voici quelques nombres. Pour $i = 1$, on a, d'après la courbe psycho-physique, pour le pourtour, $S = 2$; donc, pour la tache, $S_0 = 3$; à cet éclairement, pour les vitesses de 16,1 et 17,25 millièmes de seconde, la tache apparaît en noir; à la vitesse de 61 millièmes, elle est à peu près égale au fond; donc, avec cette durée, pour $S_0 = 3$, on a $S_t = 2$; d'où sensiblement $\alpha = 0,0074$. Pour l'éclairement $i = 29,7$ on a $S = 13$, d'où $S_0 = 14$ pour la tache : la perte est insensible avec la vitesse de 61 millièmes; mais pour les vitesses de 16,1 et de 17,25 je dois réduire l'éclairement i de 29,7 à 12,2; d'où $S = 10$ et par conséquent $S_t = 11$; il en résulte $a_1 = 0,11$, c'est-à-dire qu'on a $\frac{\alpha_1}{\alpha} = 14,9 = i^{0,8}$ sensiblement. Aux éclairements avoisinant $\frac{1}{52}$ de bougie-mètre, c'est-à-dire $i = 77$, d'où $S = 17$ et $S_0 = 18$ pour la tache, l'influence de la durée devient nulle; $\frac{S_t}{S_0} = 1$ sensiblement; c'est ce que donne le calcul de $\alpha_2 = \alpha i^{0,8} = 0,239$.

» La formule complète de la sensation en fonction de l'intensité et du temps est donc

$$S = K(1 - e^{-\lambda i^m})(1 - e^{-\alpha i^n t}); \tag{2}$$

pour $S = 1$, c'est-à-dire au minimum perceptible, en arrêtant au premier terme le développement en série des exponentielles, on a

$$\frac{1}{K} = \lambda i^m \times \alpha i^n t,$$

---

[1] *Comptes rendus*, 18 mai 1896.

ou, comme $m + n$ est sensiblement égal à l'unité ($m = 0,187$; $n = 0,8$),

$$\frac{1}{K\alpha\lambda} = it = \text{const.} = 22 + \varepsilon.$$

C'est précisément la loi de Bloch. Ce savant regardait, à travers un trou d'aiguille de $\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre placé contre l'œil, au bout d'un tube de cuivre de 1^m *non noirci intérieurement*, une surface éclairée de $\frac{1}{12}$ de bougie-mètre et placée à environ $1^m,30$ de son œil; il faisait disparaître ainsi la lumière pour une durée de $\frac{1}{1119}$ de seconde. Or j'ai constaté qu'un éclat vu dans ces conditions est diminué par rapport à l'éclat vu à l'œil nu, environ dans le rapport de 12 à 1; en adoptant mes unités, c'est-à-dire le $\frac{1}{4000}$ de bougie-mètre et le millième de seconde, on trouve pour la constante de Bloch $\frac{297}{12} = 24$, nombre dont la concordance avec la valeur 22 déduite des équations (1) et (2) est remarquable [1]. »

M. A. **Karagiamidès** adresse une Note relative à diverses questions de Mécanique céleste.

M. **Bouxteieff** adresse une Note relative à la « nervo-psychose ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

J. B.

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 SEPTEMBRE 1896,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un arc-en-ciel exceptionnel;* par M. **Berthelot**.

« J'ai eu occasion d'observer hier un arc-en-ciel, dans des conditions exceptionnelles qui m'engagent à en donner une courte description.

» C'était à 1^h de l'après-midi, heure à laquelle la hauteur du Soleil à l'horizon ne permet guère d'apercevoir ce phénomène dans nos climats; je me trouvais placé à une fenêtre du laboratoire de Meudon, à une altitude dominant de 130^m environ la Seine et la plaine de Boulogne, situées vis-à-vis. J'avais le Soleil à dos, comme il convient, et il tombait un peu de pluie sur le bois de Boulogne et sur Paris. Un arc-en-ciel très surbaissé apparut à ce moment, couché sur la plaine, *au-dessous de l'horizon :* il se projetait à terre d'un côté, depuis la partie du bois située à ma gauche; de

l'autre côté, jusqu'à la pointe amont de l'île de Billancourt, située à ma droite et éloignée de ma station de 3000^m environ. Le sommet de l'arc se projetait sur Paris, vers la base du Trocadéro, éloignée de 7000^m.

» Les diverses couleurs se succédaient dans l'ordre accoutumé; mais la partie verte, d'une teinte magnifique, était très étalée, s'étendant à la fois sur le bois, sur les maisons de Boulogne et sur les eaux de la Seine (avec reflet rose à la surface des eaux). La bande bleue, au contraire, trop dispersée, n'était guère visible. Cette étendue et ces apparences montrent que l'arc n'était pas dû à la réflexion de la lumière sur des gouttes de rosée éparses dans l'herbe, comme on l'a admis quelquefois pour des effets analogues.

» A droite, on apercevait le commencement du second arc, qui montait en se projetant sur les nuages, à la façon ordinaire.

» La visibilité de cet arc exceptionnel et sa projection sur le sol, au-dessous de l'horizon, dans les conditions décrites, de même que celles de certains arcs de montagne, s'expliquent, comme on sait, en tenant compte à la fois de la hauteur du Soleil et de l'élévation de l'observateur au-dessus de la plaine.

» Aussi je n'aurais pas cru utile de le décrire, sans les circonstances suivantes, qui offrent peut-être plus de nouveauté.

» L'arc principal éprouvait des déplacements et oscillations continuels, rendus plus évidents en raison de sa projection à la surface de la Terre. Dans l'espace d'un quart d'heure, pendant lequel il a subsisté, tantôt l'arc s'abaissait de plus en plus au-dessous de l'horizon; tantôt il reculait devant moi : l'une de ses bases s'éloignant en remontant les rives de la Seine, jusqu'à se projeter sur le viaduc du Point-du-Jour; tandis que le sommet s'élevait au-dessus des tours du Trocadéro, par conséquent un peu au-dessus de l'horizon. Ces variations semblent dépendre de celles de la grosseur des gouttes d'eau dans les ondées de pluie, qui se succédaient sans interruption, frappées par les rayons lumineux.

» J'ai cherché à préciser davantage les derniers phénomènes, à l'aide de points de repère définis approximativement, notés au moment même de l'observation et empruntés à l'île de Billancourt, au viaduc du Point-du-Jour et aux édifices du Trocadéro. Les distances de ces points de repère, entre eux et à l'observateur, ainsi que les altitudes étant bien connues, elles ont permis de calculer par deux voies différentes la variation de l'angle spécifique : à savoir d'après le déplacement horizontal apparent de la base de l'arc sur le sol, et d'après le déplacement vertical apparent de son

sommet sur les édifices du Trocadéro : les deux calculs ont fourni également une valeur voisine de 1°. Soit 1°13′, d'après le déplacement horizontal, et 1°6′, d'après le déplacement vertical. C'est là une valeur notable, la différence entre l'angle relatif à l'arc ordinaire et l'angle relatif à l'arc blanc, soit 42°—36°, ne surpassant pas 6°. »

CORRESPONDANCE.

GÉODÉSIE. — *Sur la stabilité des piquets employés comme repères provisoires dans les nivellements de précision.* Note de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Dans les opérations du nivellement général de la France, on intercale, entre les repères fixes, des repères provisoires, espacés de 100 à 140^{m}, formés de piquets en bois (longueur : 30^{cm}; diamètre : 5^{cm}) surmontés d'un gros clou à tête bombée, sur lequel on pose la mire. Dans l'intervalle (15 jours au maximum) des deux opérations faites sur chaque section, ces piquets s'enfoncent ou se relèvent d'une faible quantité τ, variable avec l'état du sol et le temps écoulé. De sorte que si, pour une section, on calcule l'erreur accidentelle kilométrique probable du nivellement (1) : d'une part, au moyen des discordances de repère à repère entre les deux opérations ; d'autre part, avec les discordances par nivelée, on trouve toujours dans le second cas, par suite de l'instabilité des piquets, un chiffre plus fort de 0^{mm},1 en moyenne et de 0^{mm},35 au maximum (2).

» On peut facilement calculer τ. Soient en effet : Δ, la discordance des deux opérations entre deux repères consécutifs espacés de r' mètres ; d, la discordance pour une nivelée de longueur l'. Si ces discordances étaient exclusivement dues à des causes accidentelles, et si les piquets restaient immuables, on aurait pour une section

$$\Sigma\Delta^2 = \Sigma d^2. \tag{1}$$

(1) Voir à ce sujet notre Ouvrage : *Nivellement de haute précision*, n° 92. Paris, 1889 (Baudry, éd.).

(2) Une partie de cet excès pourrait provenir de l'écrasement des poussières adhérentes au talon de la mire ; mais, avec la précaution habituellement prise d'essuyer ce talon, l'effet en question doit être négligeable.

» Mais, d'une part, les discordances en question présentent généralement une partie systématique, dont le coefficient moyen peut se calculer, soit pour la section entière, soit pour les tronçons homogènes successifs de cette section ([1]). Soient : Δ', la partie accidentelle de la discordance Δ; s', la discordance systématique totale pour le tronçon, de longueur L', comprenant les deux repères considérés; on peut écrire

$$\Delta = \pm \Delta' + \frac{s'}{L'} r';$$

par suite, pour la section entière, et en remarquant que les expressions de la forme $\Sigma \Delta' r'$ sont sensiblement nulles, on a

$$(2) \qquad \Sigma \Delta^2 = \Sigma \Delta'^2 + \frac{s'^2}{L'^2} \Sigma r'^2 + \frac{s''^2}{L''^2} \Sigma r''^2 + \ldots.$$

» D'autre part, les mouvements des piquets viennent s'ajouter, pour chaque nivelée, à la discordance accidentelle $\pm d'$ et à la discordance systématique $\frac{s'}{L'} l'$. Si τ_n et τ_{n+1} désignent respectivement l'affaissement ou l'exhaussement des deux piquets encadrant la nivelée considérée, on a

$$d = \pm d' + \frac{s'}{L'} l' = \tau_n + \tau_{n+1},$$

et, pour la section entière, en remarquant que le déplacement de chaque piquet figure deux fois dans le total,

$$(3) \qquad \Sigma d^2 = \Sigma d'^2 + \frac{s'^2}{L'^2} \Sigma l'^2 + \frac{s''^2}{L''^2} \Sigma l''^2 + \ldots + 2 \Sigma \tau^2.$$

» Le nombre total des nivelées étant N et celui des repères fixes N_r, le déplacement moyen τ_m d'un piquet a pour expression

$$(4) \qquad \tau_m = \pm \sqrt{\frac{\Sigma \tau^2}{N - N_r + 1}}.$$

» Éliminons $\Sigma \tau^2$ entre (3) et (4); puis égalons $\Sigma \Delta'^2$ et $\Sigma d'^2$ respectivement tirés de (2) et de (3); nous aurons finalement

$$(5) \qquad \left\{ \begin{aligned} \tau_m^2 = \frac{1}{(2N - N_r + 1)} \Big[& \Sigma d^2 - \Sigma \Delta^2 + \frac{s'^2}{L'^2} (\Sigma r'^2 - \Sigma l'^2) \\ & + \frac{s''^2}{L''^2} (\Sigma r''^2 - \Sigma l''^2) + \ldots \Big]. \end{aligned} \right.$$

([1]) Voir *Comptes rendus*, séance du 31 août 1896 : *Note sur le rôle des erreurs systématiques dans les nivellements de précision*, par M. Ch. Lallemand.

» En appliquant cette formule à 15 sections diversement choisies du réseau fondamental français nous avons trouvé qu'elle peut, sans erreur notable, être simplifiée. Ainsi :

» 1° Les expressions $\Sigma l'^2$, $\Sigma l''^2$, ... sont négligeables à côté de $\Sigma r'^2$, $\Sigma r''^2$, ... (Erreur maxima correspondante, trouvée pour la valeur de τ_m : 6 pour 100);

» 2° Généralement, la valeur $\frac{s}{L}$, calculée pour la section entière, peut être substituée aux valeurs particulières $\frac{s'}{L'}$, $\frac{s''}{L''}$, ... (Erreur correspondante, trouvée pour τ_m : 8 à 10 pour 100; exceptionnellement 23 pour 100);

» 3° Les repères peuvent être supposés tous équidistants, auquel cas

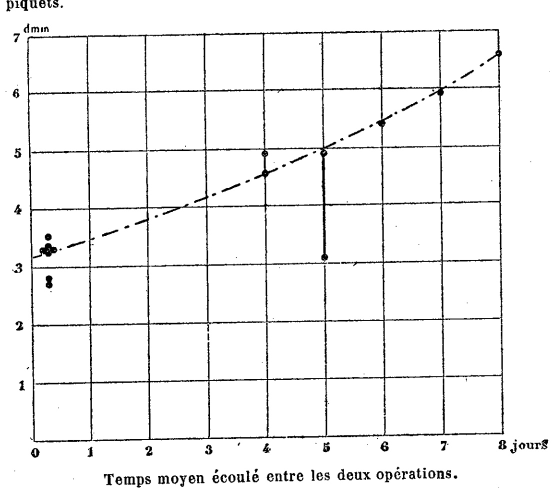
$$\Sigma r^2 = \frac{L^2}{N_r - 1}$$

(Erreur maxima correspondante trouvée pour la valeur de τ_m : 10 pour 100.)

» Simplifiée ainsi, la formule (5) se réduit à

$$(6) \qquad \tau_m^2 = \frac{\Sigma d^2 - \Sigma \Delta^2 + \frac{S^2}{N_r - 1}}{2(N - N_r + 1)}.$$

Diagramme montrant la relation entre les mouvements des piquets et le temps écoulé entre les deux opérations.



» Pour les 15 sections étudiées, le valeur exacte (5) et la valeur ap-

prochée (6) du mouvement moyen des piquets diffèrent, au maximum, de 10 pour 100.

» Les résultats obtenus sont figurés dans le diagramme ci-dessus. Le déplacement y apparaît comme formé d'une partie constante ($0^{mm},30$) et d'une partie sensiblement proportionnelle au temps ($0^{mm},04$ par jour); de sorte que, T désignant le nombre de jours, on a sensiblement

$$\tau_m = 0^{mm},30 + 0^{mm},04\,T. \text{ »}$$

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe observée à Paris le 10 septembre 1896.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« L'une des nuées orageuses qui ont passé successivement sur Paris dans la journée du 10 septembre a été accompagnée d'une véritable trombe (*tornado* des Américains), qu'un hasard m'a permis d'observer dans d'excellentes conditions.

» Après plusieurs plusieurs violentes averses, la pluie avait presque cessé, mais le ciel restait couvert d'une masse épaisse de nuages très sombres à contours indécis (*nimbus*). Je me trouvais sur le quai d'Orsay, à l'entrée du pont Royal, lorsque mon attention fut attirée par l'aspect du ciel dans la direction est-nord-est. Il était exactement $2^h 43^m$; en dessous de la couche de nimbus, de petits lambeaux de nuages noirs (*fracto-nimbus*) et très bas tourbillonnaient avec une grande rapidité. La rotation s'effectuait de droite à gauche (en sens inverse des aiguilles d'une montre). Les lambeaux de nuages, en tournant, se déformaient très vite, cependant plusieurs ont pu être suivis pendant presque une révolution entière : on les voyait nettement venir de gauche à droite, puis retourner de droite à gauche, *en passant derrière ceux qui les suivaient;* aucune hésitation n'est donc possible sur le sens de la rotation. Enfin, le mouvement de rotation paraissait accompagné d'un mouvement ascendant : j'ai vérifié à plusieurs reprises que, dans l'azimut du centre du tourbillon, un même fragment de nuage était plus élevé au-dessus de l'horizon quand il passait à l'opposé de l'observateur que dans sa position précédente la plus rapprochée. J'ai suivi le phénomène pendant deux minutes au plus; le tourbillon s'éloignait vers le nord-est, devenait moins net, et bientôt une violente averse a masqué toute vue. Rien de particulier n'a été remarqué par moi entre les nuages tourbillonnants et le sol.

» J'ai pu faire grossièrement quelques mesures, que je ne donne qu'à

titre d'indications. La hauteur au-dessus de l'horizon des nuages qui tourbillonnaient était de $10°$ à $12°$; le diamètre apparent des spires de $5°$ à $8°$, et la durée de la rotation des lambeaux nuageux de 3 à 4 secondes. Enfin, les spires décrites par les nuages paraissaient légèrement inclinées sur l'horizontale de bas en haut (mouvement ascendant); dans l'azimut du centre, j'estime que l'inclinaison apparente des spires pouvait être de $12°$ à $15°$.

» La ligne dévastée s'étend sur une longueur de 3500^m environ de Saint-Sulpice à l'hôpital Saint-Louis, en passant par le Châtelet et le théâtre des Folies-Dramatiques. D'après la direction où j'ai vu le phénomène, j'en étais environ à ce moment éloigné de 1500^m à 1600^m. Il en résulterait que la hauteur des nuages qui tourbillonnaient aurait été d'environ 300^m ou 350^m au-dessus du sol, leur vitesse gyratoire de 40^m à 50^m par seconde et le diamètre des spires qu'ils décrivaient de 150^m environ.

» Ce qui est absolument remarquable, c'est la faible largeur de la zone atteinte. Au point où je me trouvais, à la plus courte distance de 1000^m de la trajectoire, j'estime que le vent n'a pas dépassé la vitesse de 5^m à 6^m par seconde; on n'avait aucune peine à garder son chapeau ou à tenir ouvert un parapluie. Au Bureau central météorologique et au sommet de la tour Eiffel, la vitesse maximum du vent n'a atteint, au moment de la trombe, respectivement que $3^m,7$ et $12^m,5$ (à 4^h du soir le vent a dépassé 16^m à la tour Eiffel). Le baromètre était en baisse depuis midi (baisse totale $2^{mm},3$); immédiatement après la trombe, il a remonté de $0^{mm},8$, ce qui n'a rien que de très ordinaire; la courbe présente simplement l'aspect bien connu de ce que l'on appelle les *crochets d'orages*.

» Le vent qui, à la tour Eiffel, était plein sud à 2^h30^m a tourné lentement d'abord vers l'est, puis a passé très rapidement de l'est à l'ouest et à l'ouest-sud-ouest, par le nord, précisément entre 2^h40^m et 2^h45^m. Cette rotation du vent est de même sens que celle de la trombe.

» Entre midi 5^m et 3^h35^m, les averses, qui se sont succédé presque sans intervalles, ont donné exactement 30^{mm} d'eau dans la cour du Bureau central météorologique; c'est la plus grande quantité observée dans un intervalle aussi court, depuis sept ans que se font les observations. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe du* 10 *septembre* 1896 *à Paris*. Note de M. **Joseph Jaubert**, présentée par M. Mascart.

« La trombe, qui a sévi sur Paris dans l'après-midi du jeudi 10 septembre 1896, a traversé une partie de la capitale en ligne presque droite, du

sud-ouest au nord-est. Les dégâts qu'elle a causés sur son passage ont été considérables, surtout lorsque le phénomène a passé au-dessus des parties de la ville les moins denses en constructions ou bâtiments. Les dégâts ont été très importants, sur la place Saint-Sulpice, au marché Saint-Germain, sur la traversée de la Seine, au Palais de Justice, sur le pont au Change, dans le square Saint-Jacques, au carrefour Turbigo-Réaumur, sur le terre-plein du boulevard Saint-Martin, à l'hôpital Saint-Louis et aux Buttes-Chaumont. Les points extrêmes où la trombe a laissé des traces sont la place Saint-Sulpice et le Dépotoir municipal, situé près de la porte de Pantin.

» Le diamètre de la portion de Paris qui a souffert est d'environ 150^m; mais sur les points où le tourbillon a rencontré de grands espaces, lui permettant de développer son action destructive, il s'est épanoui en une sorte de cercle de 250^m à 300^m de diamètre. Sa marche tourbillonnaire de droite à gauche, c'est-à-dire un mouvement inverse de celui des aiguilles d'une montre, a pu être assez nettement constatée par la façon dont les dégâts ont été occasionnés, principalement par la position qu'occupaient les arbres après le passage de l'ouragan.

» Les personnes qui se sont trouvées dans le centre du tourbillon ont entendu un bruit analogue à celui d'un train de chemin de fer lancé à toute vitesse; or il convient de remarquer qu'une dépression brusque de 6^{mm} influe suffisamment sur la caisse tympanique pour provoquer la sensation d'un pareil bruit.

» A la tour Saint-Jacques, le passage du centre s'est effectué à 2^h42^m; à ce moment, le barographe qui marquait 748^{mm} est descendu brusquement à 742^{mm} pour remonter aussitôt. Cette baisse barométrique n'a pas été ressentie très loin; cependant, à une distance de 160^m de la tour Saint-Jacques, perpendiculairement au bord extérieur du tourbillon, le barographe de M. l'ingénieur en chef de la voie publique a éprouvé également une baisse subite mais seulement de 2^{mm}, ce qui établirait un gradient de 1^{mm} pour une distance d'environ 40^m (1).

» Dans le square Saint-Jacques, les dégâts ont été produits à l'est, au sud et à l'ouest de la tour; au sommet même du monument, à une hauteur de 58^m au-dessus du sol, on n'a subi aucun dommage, alors que les toits des maisons environnantes, hautes de 20^m à 25^m, volaient en éclats.

» La masse tourbillonnaire qui a pu être observée de Montsouris avait la forme d'un gigantesque cumulo-nimbus dont la base noirâtre était flan-

(1) L'altitude du baromètre est de $60^m,75$.

quée de tout petits nuages blanchâtres paraissant se maintenir à une centaine de mètres au-dessus des maisons. Dans la portion inférieure du gros nuage, on pouvait remarquer des mouvements rotatoires bien distincts, avec des parties s'élevant ou s'abaissant avec rapidité.

» Lorsque ce nuage a passé à la tour Saint-Jacques, nous n'avons pu voir que son opacité, qui était très grande, et le tourbillonnement de tous les objets qu'il entraînait.

» La vitesse de translation de la trombe n'a pu être déterminée d'une façon précise; toutefois, en raison des effets produits, le tourbillon a dû franchir son parcours avec une vitesse d'au moins 40^{m} à 50^{m} par seconde.

» Sauf la variation barométrique subite, nos autres instruments, thermomètre, hygromètre, etc. n'ont rien accusé d'anormal.

» Le matin du 10, vers deux heures, on avait observé des éclairs au sud-sud-est, puis une première pluie, à $4^{h}45^{m}$. Une nouvelle mais violente averse avait repris à midi et duré jusqu'à $2^{h}10^{m}$, fournissant sur Paris des quantités d'eau considérables. Les pluviomètres ont accusé pour la journée : $24^{mm},3$ à Montsouris; $25^{mm},0$ aux Buttes-Chaumont; $30^{mm},7$ à Vaugirard; $31^{mm},3$ à Ménilmontant; $33^{mm},0$ dans le square Saint-Jacques; $33^{mm},4$ au Panthéon; $36^{mm},5$ à la Villette; $37^{mm},7$ au Champ-de-Mars (Bureau central météorologique); $38^{mm},0$ à Saint-Victor; $39^{mm},0$ à Passy; $41^{mm},8$ à Belleville; $45^{mm},0$ au réservoir Monceau et $53^{mm},4$ à Montmartre. A $1^{h}23^{m}$, de la tour Saint-Jacques, on observait un éclair à l'ouest; à $2^{h}20^{m}$, de Montsouris, on entendait, venant de l'ouest et du nord-ouest, des roulements de tonnerre se succédant avec rapidité. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la présence simultanée de la laccase et de la tyrosinase dans le suc de quelques champignons.* Note de M. **Gab. Bertrand.**

« Au cours de mes premières recherches sur les oxydases ou ferments solubles oxydants, j'ai mis en évidence, chez les végétaux, deux espèces distinctes de cette nouvelle classe de corps. L'une de ces espèces, la laccase, se rencontre pour ainsi dire chez toutes les plantes; elle fixe énergiquement l'oxygène gazeux sur certains dérivés aromatiques, tels que l'hydroquinone et le pyrogallol, mais n'a aucune action sur la tyrosine. L'autre, ou tyrosinase, semble beaucoup moins répandue; elle oxyde la tyrosine, qu'elle colore en rouge, puis en noir, au contact de l'air.

» Les nouvelles observations que je vais rapporter ont pour objet l'existence simultanée de ces deux oxydases dans un même suc végétal.

» Quant au plasmolyse, en les plongeant dans le chloroforme ou l'éther lavé, en flacons pleins et à l'abri de la lumière, des Champignons dont le tissu colore fortement en bleu la résine de gayac, on obtient un suc à propriétés oxydantes, beaucoup plus actif encore que ceux préparés par les méthodes que j'ai décrites antérieurement. Tous ces sucs cependant, au moins s'ils proviennent des Russules déjà énumérées, agissent sur la tyrosine et, en même temps, possèdent à un haut degré tous les caractères d'une solution de laccase. C'est ainsi qu'ils oxydent, d'une manière très appréciable à l'œil, un grand nombre d'amines aromatiques, de dérivés phénoliques, etc., qui comptent parmi les plus résistants à l'action du ferment de l'arbre à laque. On obtient ainsi toute une série de corps, dont la couleur varie nécessairement avec la nature chimique de leurs composés générateurs (1).

» Comme la tyrosine est beaucoup plus difficile à oxyder que les diverses autres substances auxquelles il est fait allusion plus haut, il y avait lieu de se demander si, dans le suc des Russules, on était en présence d'une seule oxydase, capable de réagir sur la tyrosine et, à plus forte raison, sur d'autres substances plus aisément oxydables, ou bien, au contraire, si l'on avait affaire à un mélange de deux ferments distincts.

» Pour résoudre ces questions, j'ai mis à profit les observations que j'avais déjà faites sur l'inégale résistance de la laccase et de la tyrosinase à l'action des réactifs et des agents physiques.

» Du suc de *Russula cyanoxantha* Schæffer ou *fœtens* Persoon (en réalité une macération aqueuse de ces Champignons desséchés dans le vide) a été chauffé au bain-marie par portions de quelques centimètres cubes, dans des tubes pleins et scellés. Le bain étant maintenu vers 50, 60 ou même 70°, températures qui altèrent peu la laccase, on a retiré de temps en temps un des tubes pour en examiner le contenu. Dans chacune des séries d'expériences, après un chauffage d'autant plus court que la température était plus élevée, on a reconnu la disparition complète du ferment de la tyrosine avant que le liquide cesse d'oxyder l'hydroquinone et de bleuir la résine de gayac (par exemple : après 10 à 15′ vers 70°).

» Il était probable, d'après cela, qu'on était en présence d'un mélange dans lequel la tyrosinase, plus altérable, avait été détruite avant toute la laccase. Il restait, pour compléter la démonstration, à séparer l'un de l'autre les

(1) Récemment (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 315 et 423), M. Bourquelot a décrit un certain nombre de ces oxydations, sur lesquelles je n'avais pas cru devoir insister lors de mes premières Communications sur la constitution des corps oxydables par la laccase.

deux ferments. On peut y arriver assez exactement de la manière suivante :

» $1^{kg},500$ de *Russula delica* Fries, fraîchement récolté, est réduit en pulpe et mis à macérer pendant une demi-heure avec son poids d'eau chloroformée, à la température ordinaire. En pressant, on en extrait un peu plus de 2^{lit} d'un liquide mucilagineux, auquel on ajoute 3^{lit} d'alcool à 95 pour 100. Une liqueur et un précipité résultent de ce traitement.

» *La liqueur* est très active; mais, abandonnée à elle-même, surtout à la lumière, elle perd peu à peu toutes ses propriétés oxydantes. Si, aussitôt obtenue, on la réduit par distillation dans le vide, vers 50°, jusqu'au volume d'un demi-litre, on obtient un liquide *capable d'oxyder avec une grande énergie l'hydroquinone et le pyrogallol, mais sans aucune action sur la tyrosine*, même en présence du distillat. Le contact de l'alcool et l'action de la chaleur y ont détruit la tyrosinase.

» *Le précipité* possède aussi les propriétés oxydantes du suc primitif. Pour le purifier, on le délaye dans 200^{cc} d'eau chloroformée; lorsqu'il est bien regonflé, on le coagule par deux volumes d'alcool, puis on presse et l'on recommence encore une fois ces opérations. Desséché à $+35°$, il pèse environ 7^{gr}. Quand on le place dans l'eau froide, il semble n'éprouver aucune modification, mais, après quelques heures, le liquide incolore, qui *réagit à peine sur l'hydroquinone et le pyrogallol, oxyde rapidement la tyrosine.*

» Ainsi, en partant d'un même suc, extrait de certains Champignons, on peut obtenir, d'un côté, un liquide très riche en laccase, mais sans action sur la tyrosine; de l'autre, une solution manifestant à peine les réactions de ce ferment soluble, mais possédant celle de la tyrosinase. On ne peut mieux interpréter ces résultats, à l'heure actuelle, qu'en admettant l'individualité de la laccase et celle de la tyrosinase et, d'autre part, la présence simultanée de ces deux ferments dans le même suc végétal [1]. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Imputrescibilité du sang rendu incoagulable par l'extrait de sangsue.* Note de MM. **Bosc** et **Delezenne.**

« Dans le cours des recherches sur les propriétés des substances anticoagulantes, nous avons été frappés par ce fait que le sang pris à un animal après injection intraveineuse d'extrait de sangsue peut se conserver pendant un temps très long, sans que la putréfaction apparaisse. Ce fait, il est vrai, avait été signalé par Ledoux [2], mais cet auteur n'en parle qu'in-

---

(1) Travail du Laboratoire de Chimie organique du Muséum.

(2) Ledoux, *Recherches comparatives sur les substances qui suspendent la coagulation du sang* (*Archives de Biologie*, t. XIV; juin 1895).

cidemment, sans en chercher l'explication et, à notre connaissance, aucune recherche systématique n'a été entreprise sur ce sujet.

» Si l'on recueille, chez un chien, un échantillon de sang normal, si l'on fait à ce même animal une nouvelle prise de sang quelque temps après une injection intraveineuse d'extrait de sangsue, et si l'on place ces deux échantillons dans les mêmes conditions, à une température de 20° à 22° C., on observe que la putréfaction apparaît toujours beaucoup plus tardivement pour le second.

» C'est ainsi que nous avons pu conserver des échantillons de sang rendu incoagulable par injection intraveineuse d'extrait de sangsue pendant trois semaines, un mois et plus, sans trace de putréfaction, alors que l'échantillon de sang normal recueilli sur les mêmes animaux était putréfié en trois à quatre jours au maximum ([1]).

» Le retard dans la putréfaction n'atteint pas toujours les limites que nous venons d'indiquer; il n'y a parfois que des différences de plusieurs jours avec le sang normal, mais nous avons constamment observé ce retard. Ces variations dépendent de conditions telles que l'état du sang, la dose d'extrait de sangsue injectée, etc., toutes conditions sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement.

» Nous avons recherché si le sang rendu incoagulable *in vitro*, par l'extrait de sangsue, présentait également cette résistance à la putréfaction. Nous avons constaté que le sang, rendu incoagulable dès sa sortie des vaisseaux par addition d'extrait frais et préparé par ébullition, met aussi un temps plus long à se putréfier qu'un échantillon de sang normal placé dans les mêmes conditions. Mais ici le retard ne dépassait généralement pas quatre à cinq jours.

» Cette imputrescibilité relative est-elle due à une *action antiseptique propre à l'extrait de sangsue?* Le seul fait de la pullulation microbienne rapide, dans l'extrait de sangsue abandonné à lui-même, permet de penser, *a priori,* qu'il n'en est pas ainsi.

» D'ailleurs, l'extrait de sangsue frais *constitue un milieu de culture favorable* pour de nombreuses espèces microbiennes. Nous y avons cultivé du staphylocoque doré, du colibacille, du charbon, de la diphtérie, de l'aspergillus, et nous avons obtenu un développement rapide et abondant de colo-

---

([1]) On sait que le sang, rendu incoagulable par l'extrait de sangsue ou la peptone, finit ordinairement par coaguler au bout d'un temps plus ou moins long. Certains auteurs ont soutenu que cette coagulation tardive était liée à la putréfaction. Contejean a montré qu'il n'en était pas nécessairement ainsi et que le sang de peptone recueilli et conservé aseptiquement peut parfaitement coaguler. Nous avons observé le même fait pour le sang d'extrait de sangsue. Mais ce que nous avons également observé, c'est que, le plus souvent, la putréfaction n'apparaît qu'après la coagulation ou simultanément.

nies, sans modifications dans la forme ou la virulence [1]. C'est ce qui explique pourquoi la putréfaction n'est pas retardée, mais est même hâtée lorsqu'on se sert d'extrait de sangsue préparé depuis plusieurs jours et conservé sans autre précaution dans un flacon bouché.

» L'imputrescibilité du sang rendu incoagulable par l'extrait de sangsue ne peut donc être rapportée à une *action antiseptique directe* de cet extrait. Il faut donc l'attribuer à des *modifications du sang* produites par l'extrait de sangsue.

» De quelle nature sont ces modifications?

» Lorsqu'on fait un mélange, *in vitro*, de sang et d'extrait de sangsue, on voit que les globules blancs conservent des mouvements amiboïdes pendant un temps très long. Mais cette action sur les leucocytes se montre avec une bien plus grande netteté lorsqu'on examine le sang rendu incoagulable *in vivo* [2]. Dans ce cas, les globules blancs présentent des mouvements amiboïdes d'une intensité remarquable, parfaitement visibles même lorsqu'on observe le sang *à la température ordinaire*, et que l'on peut encore constater après trois et quatre jours.

» On pourrait supposer qu'il y a un rapport entre cette persistance de la vitalité des leucocytes et l'imputrescibilité du sang. La putréfaction ne se développe pas sur ce *sang vivant*, tandis qu'elle se produit rapidement sur le sang coagulé, le *sang mort*, la coagulation pouvant être considérée, avec certains auteurs, comme le résultat de la mort des éléments du sang.

» En supposant que cette relation entre la vitalité des leucocytes et l'imputrescibilité du sang existe réellement, il reste à nous demander quel est le *mode d'action des leucocytes*.

» On pourrait supposer que c'est la persistance et même l'exagération de la fonction phagocytaire dans le sang, *in vitro*, de ces leucocytes à vitalité augmentée, qui empêche le processus de putréfaction.

» Mais la persistance de l'imputrescibilité, alors que la mort des leucocytes s'est produite, nous donne à penser que l'extrait de sangsue n'excite pas uniquement l'action phagocytaire directe des phagocytes, mais, en provoquant des sécrétions de la part des globules blancs, augmente le *pouvoir bactéricide du sang*. »

---

(1) L'extrait de sangsue qui a servi à nos expériences a été préparé de la façon suivante : pour chaque tête de sangsue durcie dans l'alcool absolu, séchée, puis réduite en poudre, on ajoute 2^{cc} d'eau, on fait bouillir rapidement et l'on filtre.

Le filtratum représente l'extrait de sangsue. Cet extrait peut être porté à l'autoclave et *stérilisé à* 100°, 110° *et* 120° C. *sans perdre ses propriétés anticoagulantes.*

(2) Ce fait avait été observé par Fano pour le sang de peptone et vérifié par Athanasiu et Carvallo (*Comptes rendus, Biologie*, 14 mars 1896).

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouvelle adaptation des muscles de la jambe après la guérison d'un pied bot.* Note de M. **Joachimsthal**, présentée par M. Marey.

« A la suite de la guérison d'un pied bot, le malade avait recouvré les fonctions de la marche; sa jambe, toutefois, présentait, du côté des muscles gastrocnémiens, une déformation caractéristique, de la diminution de l'étendue des mouvements de ces muscles : les jumeaux avaient une longueur très réduite, et le relief du mollet, situé tout en haut de la jambe, n'occupait guère que la moitié de sa longueur normale. Quant au relief du soléaire, il avait disparu.

» Pour savoir si la modification des muscles tenait à quelque changement de longueur du calcanéum, comme cela se produit après la résection de cet os dans les expériences de M. Marey, je photographiai, au moyen des rayons de Röntgen, le squelette des deux pieds du malade. Ces photogrammes montrent, du côté anormal, une atrophie très marquée du calcanéum, mais sans changement de longueur de cet os en tant que bras de levier de l'articulation tibio-tarsienne.

» Or, en photographiant les deux pieds dans leurs positions de flexion et d'extension, on constate que, du côté anormal, l'étendue des mouvements est extrêmement limitée. C'est donc à cette cause que se rattache la diminution de longueur des fibres rouges des jumeaux. Ces muscles ont toutefois gardé leur action de fléchisseurs du genou; c'est ce qui explique leur conservation partielle, tandis que le soléaire, ayant sa fonction abolie par l'ankylose tibio-tarsienne, paraît avoir totalement disparu.

» Ce nouveau cas est un remarquable exemple de l'adaptation des muscles au changement de leur fonction. »

(Renvoi à la Commission du prix Pourat.)

M. **Bignan** adresse deux nouvelles Notes, Sur le sulfure de magnésium et sur divers sels d'alumine.

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 SEPTEMBRE 1896.

Association française pour l'avancement des Sciences: Compte rendu de la vingt-quatrième session; Bordeaux, 1895. Seconde Partie. *Notes et Memoires*. Paris, G. Masson, 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Journal de Pharmacie et de Chimie, rédigé par MM. PLANCHON, RICHE, JUNGFLEISCH, PETIT, VILLEJEAN, BOURQUELOT et MARTY. N° 5. 1er septembre 1896. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART, MOISSAN. Septembre 1896. Tome IX. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, dirigées par MM. C.-A. LAISANT et X. ANTOMARI. Septembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort. Août 1896. N° 16. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel, et M. CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. Séances des 25 août et 1er septembre 1896. Paris, Masson et Cie; 2 fasc. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Juillet 1896; N° 7. Paris, Hôtel de la Société. 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. N° 8. Tome I; 5e série. Paris, siège de la Société, rue de Rennes, 44; 1896. 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin officiel de la Colombophilie légale. Première année. N° 1. Septembre 1896. Paris, 7, quai Valmy; in-8°.

Comptes rendus des séances de la onzième conférence générale de l'Association géodésique internationale et de sa Commission permanente, réunies à Berlin du 25 septembre au 12 octobre 1895; IIe vol. 1896. Verlag von Georg Reimer in Berlin. 1 vol. gr. in-8°.

Statistick van het Koninkrijk der Nederlanden. Bescheiden betreffende de geldmiddelen. Een en twintigste stuk. 1895. Mededeeling van de opbrengst der belastingen en tudere middelen en van verschillende Bij-

zonderheden met de heffing der belastingen in verband staande. Uitgegeven door het departement van financiën. S'gravenhage, Martinus Nijhoff, 1896; gr. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome IV. N° 4. 1896.

Cape of Good Hope. Report on the geodetic Survey of south Africa, executed by lieutenant-colonel Morris, R. E., C. M. G., in the years 1883-92, under the direction of David Gill, Her Majesty's astronomer at the Cape together with; rediscussion of the survey, executed by Sir Thomas Machear, F. R. S., in the years 1841-48, by David Gill, L. L. D. Captown, W. A. Richards and Sons, Governement printers, 1896. 1 vol. gr. in-8°.

Fodder and forage plants exclusive of the grasses, by Jared G. Smith, assistant agrostologist. Washington, Governement printing office, 1896; br. in-8°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. Tacchini. Roma, tipografia nazionale di G. Bertero, 1896; br. in-8°.

Publicationen der V. Kuffner'schen Sternwarte, in Wien, herausgegeben von Dr Leo de Ball, Director der Sternwarte. IV. Band, mit 9 Tafeln. Wien, K. u. K. Hofbuchhandlung Wilhelm Frick, 1896. 1 vol. gr. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 SEPTEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Fizeau,* décédé à Venteuil, près la Ferté-sous-Jouarre, le vendredi 18 septembre, s'exprime comme il suit :

« Mes chers Confrères,

» Les deuils se succèdent avec une rapidité effrayante; à son tour la Section de Physique est frappée dans son doyen : M. Fizeau a succombé vendredi dernier au mal cruel qui depuis plusieurs mois le retenait loin de nous.

» Malgré sa modestie et sa réserve, notre Confrère tenait une grande place dans l'Académie et sa mort laisse un vide qui se fera longtemps sentir.

» L'éclat de ses travaux, la droiture et la fermeté antiques de son caractère, le respect qu'il professait pour les traditions glorieuses de l'Académie, donnaient à ses jugements et à ses conseils une autorité incontestée.

» Disciple d'Arago, dont il demeura toute sa vie l'admirateur enthou-

siaste, il reçut de ce grand maître ses premières inspirations, semences précieuses qui donnèrent une si riche moisson dans sa collaboration féconde avec Léon Foucault.

» Mais les travaux qu'il accomplit seul témoignent d'une puissance et d'une originalité exceptionnelles.

» Quelle hardiesse ne fallait-il pas, en effet, pour oser mesurer sur un espace de quelques kilomètres cette vitesse de la lumière que les astronomes obtenaient à grand'peine sur l'immense trajet à travers les espaces célestes! Quelle audace pour oser déterminer sur quelques décimètres de longueur l'entraînement imperceptible des ondes lumineuses par un milieu en mouvement!

» Ces résultats incroyables, M. Fizeau les obtient avec des dispositifs d'une simplicité inattendue. Il découvre dans l'Optique des ressources merveilleuses pour étreindre à volonté ou l'infiniment petit ou l'infiniment grand, car les ondulations de la lumière lui fournissent aussi bien la dilatation d'un mince cristal que la vitesse radiale des étoiles séparées de nous par des millions de fois la distance au Soleil!

» Et dans tout cela, il n'y a pas seulement d'admirables expériences : les travaux de M. Fizeau ont toujours, dans leurs conséquences théoriques, une haute portée; Arago l'avait pressenti.

» Au sortir d'une séance de l'Académie, où notre regretté Confrère, tout jeune encore, venait de lire un de ses premiers Mémoires, l'illustre astronome ne craignit pas de dire : « Fizeau nous rendra Fresnel. » Dans la bouche d'Arago, qui avait deviné sous le modeste ingénieur le fondateur de l'Optique moderne, ce n'était pas une parole banale. Cette fois encore sa clairvoyance fut parfaite et sa prédiction se réalisa, car nul physicien n'a plus contribué que M. Fizeau à préciser et à étendre l'œuvre de Fresnel, dans les conceptions les plus délicates relatives aux phénomènes lumineux.

» Aussi, demain, en allant, au nom de l'Académie, porter sur la tombe d'un Confrère vénéré le tribut de nos regrets, nous y joindrons l'hommage d'admiration réservé à la Mémoire de ces claires et puissantes intelligences qui demeurent à jamais les guides de l'esprit humain. »

Sur la proposition de M. le Président, la séance est levée en signe de deuil.

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la comète Giacobini.* Note de M. **Perrotin.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les éléments provisoires et une éphéméride approchée de la comète découverte à l'observatoire de Nice, le 4 septembre dernier, par M. Giacobini, à l'aide de l'équatorial coudé.

» Les éléments calculés par M. Giacobini, avec les observations des 4, 6 et 8 septembre, sont encore fort incertains. Ils prouvent néanmoins que l'astre, qui est en ce moment très faible, va en grandissant, mais avec une extrême lenteur, car c'est à peine si, vers le milieu d'octobre, époque du passage au périhélie, son éclat aura augmenté de la moitié de ce qu'il est actuellement.

» Le mouvement de la comète est direct et l'inclinaison du plan de son orbite sur l'écliptique est relativement peu considérable. Cette double circonstance constitue le fait qui caractérise le plus généralement les comètes dont le retour a été plusieurs fois constaté.

» Enfin, il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que le plan de l'orbite de la nouvelle comète est assez voisin de celui dans lequel se meut la comète Faye.

» A la date du 11 septembre, la comète a l'aspect d'une nébulosité légèrement allongée dans l'angle de position de 90°, d'une minute d'arc d'étendue dans cette direction. Le noyau est de treizième grandeur, à peu près.

Éléments.

T = 1896 octobre 14,960, temps moyen de Paris

$$\left.\begin{array}{l}\varpi = 347^{\circ}.11',0 \\ \Omega = 194.52,5 \\ i = 9.55,2\end{array}\right\}\text{ écliptique et équinoxe de } 1896,0$$

$\log q = 0,0704$

Mouvement direct.

Éphéméride pour douze heures, temps moyen de Paris.

	Ascension droite.	Distance polaire.	Log Δ.
	h m	° ′	
1896 septembre 20....	17.47,6	100.14,0	$\bar{1}$,875
» » 22....	17.53,4	100.35,4	»

		Ascension droite.	Distance polaire.	Log Δ.
1896 septembre	24....	17ʰ.59ᵐ,5	100°.56′,7	$\bar{1}$,867
» »	26....	18. 5,8	101.18,0	»
» »	28....	18.12,6	101.39,3	$\bar{1}$,860
» »	30....	18.19,9	101.59,4	»
» octobre	2....	18.27,6	102.19,6	$\bar{1}$,852

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 septembre 1896.

Note sur une trouvaille de l'âge de cuivre faite à Tourch par le Vᵗᵉ de Villiers du Terrage. (Extrait du *Bulletin de la Société archéologique du Finistère*, année 1896). Quimper, Ch. Cotounec, 1896; 1 br. in-8°.

La fièvre jaune. Sa pathogénie et son traitement, par le Dʳ Mello Barreto. Brésil, Saint-Paul, 1896; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. Bergeron, Secrétaire perpétuel et Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. N° 35. Séance du 8 septembre 1896. Paris, Masson et Cⁱᵉ; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. Tome XVIII. Août 1896.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Septembre 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort. N° 17. 15 septembre 1896. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Revue pratique des travaux de Médecine « l'Abeille médicale ». N° 37. 12 septembre 1896.

Institution of mechanical Engineers. Proceedings. October 1895. London; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 SEPTEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Cryoscopie de précision; application aux solutions de chlorure de sodium;* par M. **F.-M. Raoult**.

« Je me propose de présenter ici, avec quelques détails, les résultats d'expériences fort soignées, que j'ai faites sur le point de congélation des solutions aqueuses de chlorure de sodium, l'enceinte étant, soit à la température de congélation, soit à quelques degrés au-dessous de ce point. Ce sera, je crois, la meilleure manière de répondre à la critique que M. Ponsot a faite de ma dernière Note, dans les *Comptes rendus* du 20 juillet 1896.

» Les expériences que je vais rapporter ont été faites, comme les précédentes (*Comptes rendus* du 8 juin 1896), avec le cryoscope à liquide volatil et à agitateur rotatif, que j'ai fait installer à demeure dans mon laboratoire, où plusieurs membres de l'Académie des Sciences l'ont vu fonctionner. Dans le but de produire un refroidissement plus rapide, le sulfure de carbone y a été remplacé par de l'éther. On refroidit cet éther en y faisant passer un courant d'air; on le réchauffe en y faisant passer un courant d'éther à la température de la salle. Ces opérations se font mécaniquement, rapidement, sans répandre aucune odeur; elles se règlent, à volonté, au moyen de vis de pression. On peut ainsi faire varier, à son gré, la température du réfrigérant et la fixer en un point quelconque, compris entre 15° au-dessous de zéro et la température ambiante, pendant des heures entières, à un dixième de degré près. Un épais revêtement de fourrures protège le réfrigérant contre les influences extérieures.

» La lecture du thermomètre cryoscopique se fait au cathétomètre et au vernier, ce qui permet d'apprécier sûrement le millième de degré.

» L'éprouvette cryoscopique renferme 120^{cc} de dissolution, et la vitesse de rotation de l'agitateur est de cinq tours par seconde. Dans ces conditions, la température *convergente* (c'est-à-dire la température à laquelle se fixe le liquide régulièrement agité de l'éprouvette, lorsque le réfrigérant est maintenu à température constante) est supérieure de 0°,25 à celle du réfrigérant. Grâce aux moyens employés pour boucher et protéger la partie supérieure de l'éprouvette cryoscopique, une variation de 5°, dans la température de l'air, est sans influence appréciable sur la température convergente.

» Le Tableau suivant donne la moyenne des résultats de plusieurs séries d'expériences, faites sur des solutions de chlorure de sodium, en fixant la température convergente, soit à la température de congélation, soit à 3°,5 au-dessous, *toutes choses égales d'ailleurs* (c'est-à-dire, avec une surfusion de 0°,5 et une vitesse d'agitation de cinq tours par seconde).

» La première colonne indique les poids P de chlorure de sodium dissous dans 100^{gr} d'eau;

» La deuxième colonne donne les abaissements *apparents* C_1 du point de congélation, correspondant au cas où la température convergente est à 3°,5 au-dessous du point de congélation;

» La troisième colonne renferme les abaissements *réels* C_0 du point de congélation, correspondant au cas où la température convergente se confond avec le point de congélation, et où le rayonnement est nul;

» La quatrième colonne les différences $C_1 - C_0$ des abaissements apparents et réels;

» La cinquième colonne renferme les valeurs des produits $C_0 \times 0,002$, obtenus en multipliant les abaissements réels C_0 par le coefficient 0,002.

P.	C_1.	C_0.	$C_1 - C_0$.	$C_0 \times 0,002$.
gr 5,850	° 3,4435	° 3,4381	° 0,0054	° 0,0068
2,859	1,6880	1,6839	0,0041	0,0034
1,400	0,8286	0,8267	0,0019	0,0017
0,690	0,4132	0,4111	0,0021	0,0008
0,341	0,2107	0,2093	0,0014	0,0004
0,176	0,1113	0,1111	0,0002	0,0002

» Les différences entre les valeurs contenues dans la quatrième et la cinquième colonne n'excèdent guère 0°,001. On est donc en droit de les attribuer à des erreurs d'observation, et l'on peut écrire

$$C_1 - C_0 = C_0 \times 0,002$$

ou

$$C_1 = C_0(1 + 0,002).$$

» L'expression générale

$$C_1 = C_0(1 + q)$$

(dans laquelle q est une constante toujours très faible), que j'ai établie dans ma dernière Communication par une autre méthode expérimentale, et que M. Ponsot a contestée, se trouve ainsi directement vérifiée pour les solutions de chlorure de sodium.

» D'après cette formule, la température qu'on trouve pour la congélation de l'eau pure, par le même procédé, doit être indépendante de la température de l'enceinte. C'est, en effet, ce qu'on observe toujours avec mon appareil, pourvu qu'on évite la formation d'un étui de glace.

» A l'aide des résultats expérimentaux contenus dans le Tableau précédent, j'ai calculé les valeurs des abaissements moléculaires apparents $\left(\frac{C_1}{P} \times 58,5\right)$ et des abaissements réels $\left(\frac{C_0}{P} \times 58,5\right)$ des mêmes solutions de chlorure de sodium. Le Tableau ci-après résume les résultats obtenus :

P.	$\frac{C_1}{P} \times 58,5$.	$\frac{C_0}{P} \times 58,5$.
gr 5,850	34,435	34,381
2,859	34,536	34,453
1,400	34,619	34,540
0,690	35,023	34,853
0,341	36,128	35,905
0,176	36,961	36,927
Limite.........	37,88	38,05

» Si l'on inscrit ces résultats sur un papier quadrillé, en prenant les abaissements du point de congélation pour abscisses, et les abaissements moléculaires pour ordonnées, on trouve que les courbes des abaissements moléculaires apparents et réels sont fort rapprochées l'une de l'autre. Elles sont tout à fait semblables et, après prolongement, elles viennent couper l'axe des ordonnées sensiblement en un même point, qui correspond à l'abaissement moléculaire limite.

» Ces expériences sur le chlorure de sodium vérifient donc complètement la conclusion suivante, que j'ai énoncée dans ma dernière Communication : « ... sous les conditions indiquées, l'influence de la température de » l'enceinte n'altère en rien les lois relatives aux abaissements des points » de congélation des solutions inégalement concentrées d'un même » corps. »

» Les abaissements moléculaires réels, indiqués dans le Tableau précédent, se rapportent au cas où la surfusion est égale à $0°,5$. Ils ne sont donc pas encore absolument corrects; mais il est possible de les ramener, par le calcul, au cas où la concentration n'est pas altérée par la congélation. Il suffit, pour cela (comme je m'en suis assuré par des expériences spéciales), de les multiplier par $1 - \frac{0,5}{80}$, ou $0,994$; du moins, quand les abaissements sont inférieurs à $1°$. On trouve ainsi que l'abaissement moléculaire *limite* des solutions de chlorure de sodium est, toute correction faite, égal à 37,82. On peut remarquer que ce nombre se confond avec celui qu'exigerait une ionisation complète.

» On voit, d'autre part, que la courbe des abaissements moléculaires du chlorure de sodium se relève rapidement, dès que l'abaissement du point de congélation descend au-dessous de $0°,5$, comme je l'ai reconnu le premier en 1885, par la méthode usuelle, et comme tous les observateurs (sauf M. Ponsot) l'ont constaté depuis lors, par des méthodes diverses.

» Quant à la divergence des résultats de M. Ponsot, elle s'explique par ce fait que, dans son appareil, l'agitation du liquide en expérience est insuffisante, surtout dans le sens vertical, ce qui peut causer de graves erreurs.

» En présence de ces faits précis et concluants, les critiques dont ma dernière Communication a été l'objet paraîtront, sans doute, mal fondées. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Alf. Basin** adresse un Mémoire « Sur la vitesse, le roulis et les collisions des paquebots ».

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Guyou, de Bussy.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (4 *septembre*) *faites à l'équatorial Brunner de* $0^m,25$, *et de la comète Giacobini, faites au grand télescope Gautier et à l'équatorial Brunner de* $0^m,25$ *de l'observatoire de Toulouse*. Note de M. **F. Rossard**, présentée par M. Tisserand.

Comète Brooks.

Dates 1896.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Instr.
Sep. 7....	*a* 1650 BD+55°	7,8	$-3^m.6^s,43$	$+10'.45'',7$	15:16	E
9....	*b* 1667 BD+55	7,5	$-0.42,81$	$-4.39,3$	18:20	E
10....	*c* 1679 BD+55	9,0	$-0.3,55$	$-7.15,0$	12:16	E
11....	*d* 1681 BD+54	8,5	$-0.5,59$	$+15.54,9$	15:16	E

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1896.	⋆	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Sept. 7..	*a*	$13^h.59^m.10^s,23$	$+1^s,01$	$+55°.9'.59'',2$	$-4'',0$	$\frac{1}{2}$(Bonn 1650 t. VI + Helsingfors-Gotha 7805)
9..	*b*	14.10.33,38	+0,94	+55.7.20,3	−3,8	$\frac{1}{2}$(Arg-Œltzen 14405 + Helsingfors-Gotha 7884)
10..	*c*	14.16.50,47	+0,91	+54.59.4,6	−3,7	Helsingfors-Gotha 7929
11..	*d*	14.23.50,51	+0,91	+54.23.28,1	−3,5	$\frac{1}{3}$(Rumker 4722 + Kam 2742 + Cambridge 4530)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1896.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 7....	10.57.15	13.56. 4,81	$\bar{1}$,802	+55.20.40,9	0,798
9....	10.13.16	14. 9.51,51	$\bar{1}$,845	+55. 2.37,2	0,723
10....	10. 6. 8	14.16.47,83	$\bar{1}$,851	+54.51.45,9	0,706
11....	10. 0.27	14.23.45,83	$\bar{1}$,852	+54.39.19,5	0,693

COMÈTE GIACOBINI.

Dates 1896.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Instr.
			m s	′ ″		
Sept. 7....	*a* 4427 BD—7°	7,8	+1.55,89	— 4.42.0	15:16	T
10....	*b* 4438 BD—8	7,5	+2. 4.47	+ 6.14,9	12: 8	E
11....	*c* 4448 BD—8	8,4	—0.25,76	+ 9.50,6	12:20	E

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1896.	★	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 7..	*a*	17.14.21,48	+3,00	— 7.54.24,7	—6,0	$\frac{1}{2}$(Schellerup 6181 + Munich$_1$ 13801)
10..	*b*	17.20.10,38	+2,99	— 8.34.44,3	—5,8	$\frac{1}{3}$(Schellerup 6222 + Weisse$_1$ 308 + Munich$_1$ 13962)
11..	*c*	17.24.41,15	+3,00	— 8.47.28,4	—5,5	$\frac{1}{2}$(Weisse$_1$ 399 + Munich$_1$ 14102)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1896.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Septembre 7..	9.20. 8	17.16.20,37	$\bar{1}$,510	—7.59.12,7	0,820
10..	9.27.52	17.22.17,84	$\bar{1}$,530	—8.28.35,2	0,818
11..	8.55.32	17.24.18,39	$\bar{1}$,480	—8.37.43,3	0,825

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini (4 septembre 1896), faites à l'équatorial coudé* ($0^m,32$) *de l'observatoire de Lyon.* Note de M. G. Le Cadet, présentée par M. Tisserand.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates. 1896.	Temps moyen de Lyon.	☄ — ★ Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Sept. 7...	8.46.38	+0.27,30	+2.33,7	10.10	17.16.15,90	9,428	—7.58.54,6	0,839	1
10...	9.23.37	+0.15,41	—1.26,4	10.10	17.22.15,38	9,509	—8.28.18,0	0,833	3
11...	9.27.42	—0.25,52	+9.34,9	10.10	17.24.18,64	9,519	—8.37.59,0	0,832	5

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1896,0.

★	Désignation.	α moy.	Réduction au jour.	δ moy.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1....	Anonyme 10,5	17.15.45,59	+3,01	—8. 1.22,3	—6,0	Rapp. à ★ 2.
2....	BD — 7°.4427	17.14.21,48	»	—7.54.24,7	»	½(Sj. 6181 + M_1 13801).
3....	BD — 8°.4442	17.21.56,97	+3,00	—8.26.45,8	—5,8	Rapp. à ★ 4.
4....	BD — 8°.4438	17.20.10,50	»	—8.34.42,4	»	½[Sj. 6222 + (M_1 13962 M_2 6588)].
5....	BD — 8°.4448	17.24.41,15	+3,01	—8.47.28,4	—5,5	⅓(W_1 17^h,399 + 2 M_1 14102).

Remarques. — Sept. 10-11. — Images très affaiblies par un réseau de fins cirrus. La comète est très faible, petite et à peu près ronde.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini, faites, à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$. Note de M. F. Sy, présentée par M. Tisserand.

Dates. 1896.	Étoiles.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Septembre 5........	*a*	8,3	+0.36,60	+ 6.15,6	14:12
5........	*a*	8,3	+0.37,84	+ 6. 6,2	10:10
10........	*b*	6,3	—0.15,07	—21. 2,2	11: 8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.		Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 5.	*a*	17.11.45,07	+3,01	—7.45.20,8	—6,2	⅓[(Mn_2 13.750 + Mn_2 6.508) + W_1 XVII, n° 151.]
10.	*b*	17.22.23,80	+3,00	—8. 6.54,3	—5,5	⅓[Mn 14.030 + W_1 351 + Rümker 5841.]

Positions apparentes de la comète.

Dates.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Sept. 5..	7.51.15	17.12.24,68	$\bar{1}$,3065	−7°.39′.11″,4	0,784
5..	8. 7.16	17.12.25,92	$\bar{1}$,3659	−7.39.20,8	0,782
10..	8.34.35	17.22.11,73	$\bar{1}$,4733	−8.28. 2,0	0,781

» Le 5, la comète est faible, la nébulosité est de 30″ environ, diffuse; on distingue cependant par instants une condensation centrale.

» Le 10, le ciel est moins beau; la comète, plus basse sur l'horizon, est plus faible que le 5; mais elle semble allongée suivant un angle de position d'environ 160°. On l'a comparée à l'étoile la plus voisine (n° 4444 BD de 9,0) et l'on a rapporté cette dernière à l'étoile (*a*). »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le deuxième trimestre de* 1896. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, dont voici la division :

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les époques d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, temps civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches.

» Le troisième renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1896. — 0,05.			
26- 4	5	1,1		+19	152
2- 4	3	1,5		+ 7	23
30	1	3,2		+44	3
30-10	8	4,0		+10	42
30- 8	3	5,1		+16	5
30-10	8	5,6	−11		42
30-11	9	5,7	−17		103
2- 4	3	6,6		+14	25
2-13	9	8,0		+16	393
7	1	10,1	− 5		2
9-11	2	10,8	− 8		2
11	1	11,7		+18	1
15	1	13,0	−47		1
15	1	13,9	− 6		1
15	1	14,4	−17		1
15	1	15,9		+14	1
18-23	5	17,9	−14		22
20-24	5	19,4	−14		18
21	1	20,2	−14		2
18-23	5	21,6	−18		20
18	1	22,4	−28		90
20-22	2	23,1	−22		3
28	1	24,2		+44	4
23-28	3	25,7	−18		17
21-28	7	26,6		+11	63
22-28	5	28,1		+ 3	6
24	1	28,7		+22	3
23-28	5	29,6	− 8		28
25-28	3	29,6		+18	25
3- 5	3	30,7	−11		83
	20 j.		−15°,9	+16°,9	
		Mai 1896. — 0,00.			
5-8	2	4,4		+13	5
8-9	2	5,4	− 1		12
		Mai 1896 (suite) — 0,00.			
9	1	6,4		+20	2
4- 9	6	8,7	− 4		12
4-11	7	9,5	−21		18
15-16	2	15,0	−15		4
11-13	2	15,3		+15	12
11-15	4	16,3	−18		13
20-23	2	19,8	−20		9
18-21	4	20,6	− 7		19
20-29	7	26,9	−10		25
26-28	3	27,6		+17	8
26- 4	8	29,5	−10		378
27- 1	5	31,4	− 3		19
1	1	31,4		+11	2
	22 j.		−10°,9	+15°,2	
		Juin 1896. — 0,00.			
28- 4	6	3,0	−18		8
30	1	3,3		+ 3	3
6	1	4,3	−10		3
1- 6	3	5,6		+ 8	8
1-12	8	6,4	−21		266
2-13	8	8,4	−10		85
9-18	7	12,0	−17		169
12	1	13,9		+ 7	2
11-13	2	14,0		+12	5
9-20	9	15,0	−16		336
16-18	3	16,1		+11	17
13	1	17,2	−16		2
22-24	3	22,3	−20		330
19-29	6	24,4		+19	204
23	1	27,6	− 3		3
	19 j.		−14°,6	+10°,0	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Avril......	1	»	2	9	4	16	14	3	8	1	»	2	30	1188
Mai.......	»	»	1	3	6	10	5	»	5	»	»	»	15	538
Juin.......	»	»	1	5	3	9	6	3	3	»	»	»	15	1441
Totaux..	1	»	4	17	13	35	25	6	16	1	»	2	60	3167

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Avril.......	»	1	5	10	6	22	23	6	9	5	1	2	45	46,4
Mai........	»	1	3	13	6	23	16	1	11	3	1	»	39	35,0
Juin........	»	»	4	9	3	16	14	4	8	2	»	»	30	27,5
Totaux...	»	2	12	32	15	61	53	11	28	10	2	2	114	108,9

» Les observations faites dans ce trimestre sont au nombre de 61; il en résulte les faits suivants :

» *Taches.* — La décroissance signalée pour le premier trimestre a continué, et l'on remarque en mai (*voir* Tableau II) un minimum très marqué qui s'est manifesté surtout dans l'hémisphère boréal; cette diminution brusque n'a d'ailleurs pas duré.

» Au total, on a 60 groupes et une surface de 3167 millioniémes, au lieu de 71 groupes et 4372 millioniémes. Il y a 8 groupes en moins au sud (35 au lieu de 43) et 3 en moins également au nord (25 au lieu de 28).

» L'hémisphère austral montre toujours plus de taches que l'autre hémisphère.

» On a noté la visibilité à l'œil nu des deux groupes suivants de notre Tableau I (passage au mér. central de latitude) : avril, $\lambda\,8,0$, $\beta + 16°$; mai, $\lambda\,29,5$, $\beta - 10°$.

» Enfin le Soleil n'a été vu sans taches qu'un seul jour, le 16 avril.

» *Régions d'activité.* — Les facules ont suivi une marche décroissante plus régulière, dans l'ensemble (voir Tableau III), que celle des taches.

» Au total, on a 114 groupes et une surface de 108,9 milliémes, au lieu de 119 groupes avec une surface de 138,2 milliémes; cette diminution se rapporte surtout à l'hémisphère boréal où le nombre de groupes constatés est de 53 au lieu de 58, tandis que dans l'hémisphère austral on a observé le même nombre que dans le premier trimestre, soit 61.

MÉTÉOROLOGIE. — *Les taches solaires et le temps.* Note de M. Marcel Brillouin, présentée par M. Mascart.

« Je poursuis, depuis deux ans, l'étude de l'influence des taches solaires sur le temps; les règles auxquelles je suis parvenu me paraissent assez éprouvées pour être publiées.

» Quel que soit l'état de la surface solaire, les modifications du temps sont lentes et progressives tant qu'il n'*entre* pas de nouvelles taches par le bord est du disque solaire. Toute *entrée* de taches, surtout entourées de facules étendues et éclatantes, produit dans les vingt-quatre heures un trouble rapide et étendu dans la circulation atmosphérique.

» I. Le plus souvent ce trouble est limité aux plus hautes régions de l'atmosphère et consiste uniquement dans la projection de nombreux jets de cirrus en plumes déliées ou en fusées, émanant des régions de basses pressions et se précipitant rapidement vers les hautes pressions, sans modification sensible de la pression générale. Ce flot de cirrus se produit tout le long de la rive droite (hémisphère nord) du courant équatorial qui longe ordinairement les côtes ouest et nord-ouest de l'Europe. Rien ne l'indique sur les cartes diurnes.

» II. En certains points particuliers du bord du courant, le trouble peut se produire dans les régions inférieures de l'atmosphère; le vent tourne alors sur sa droite (H. N.) et passe, par exemple, du sud-ouest à l'ouest et au nord-ouest; il souffle violemment à la surface du sol, entraîne les nuages inférieurs et produit, sur la droite du courant principal, un courant dérivé, en bas ou à mi-hauteur (voir Duclaux, *Leçons de Météorologie*) avec tout son cortège de pluies, averses, orages, grêle ou tourmentes de neige, etc., suivant la saison. Ce courant dérivé éclate lorsqu'il y a, sous le courant équatorial *très nuageux,* une région où la densité de l'air est plus grande que dans l'aire de hautes pressions *à ciel clair* immédiatement voisine. Le dérivé est d'autant plus intense, accompagné de coups de vent d'autant plus violents, et de tornades locales, que la variation de température est plus rapide dans le sens perpendiculaire au bord du courant nuageux, froid (¹). Comme cette distribution de températures ne se rencontre quelquefois en aucun point du bord du courant, il arrive très souvent que l'entrée des taches solaires ne se traduit par aucune modification des isobares ni de la circulation inférieure. En outre, le lieu de formation du dérivé, quand il se produit, n'est pas fixe; il est déterminé par l'existence antérieure de la distribution convenable des températures. Ces deux circon-

(¹) Les trombes de Dreux et de Saint-Claude, en août 1890, fournissaient un bon exemple de variations si brusques entre points voisins qu'elles équivalaient à une discontinuité. Sur une carte détaillée, on pourrait noter les régions menacées par des orages à grêle ou des tornades en traçant d'abord la limite du ciel couvert et du ciel clair, puis les lignes de discontinuité de température, froide sous le ciel couvert.

stances expliquent l'impuissance des méthodes statistiques à mettre en évidence le rôle des taches solaires.

» Par suite de conditions géographiques, quatre régions sont particulièrement favorables à la formation de ce dérivé : 1° le nord de la Russie, de la mer Blanche à la mer Noire, fin de l'été; 2° les côtes de l'Allemagne, de la Baltique à la mer Noire et à la Méditerranée orientale, printemps et automne; 3° les côtes occidentales de la France, de l'Atlantique au golfe du Lion, printemps et automne, rarement en hiver; 4° la côte nord de l'Algérie, de Gibraltar à Malte, automne et hiver. Mais ce ne sont que des indications qui facilitent la recherche de la région où peut se trouver réalisée la distribution nécessaire de nuages et de températures.

» Depuis plus d'un an, toutes les fois que l'état du ciel m'a permis d'apercevoir un instant les hautes régions, et que j'y ai vu les cirrus caractéristiques rapidement entraînés, l'examen du Soleil, quelques jours plus tard, m'a *toujours* montré qu'une tache était entière au jour dit. Un très petit nombre de taches sont entrées sans avoir été prévues par les nuages, lorsque le ciel est resté uniformément couvert tout le jour d'un voile épais.

» C'est l'inverse qu'il serait utile de pouvoir faire; malheureusement un grand nombre de taches ne durent qu'une rotation solaire; la prévision du retour d'une tache est aléatoire à moins qu'elle ne soit très grosse. Quant à la prévision de l'apparition d'une nouvelle tache, à moins qu'on n'ait vu sortir des facules très éclatantes, c'est une impossibilité. Sous cette réserve, toutes les fois que les taches reviennent, à vingt-huit jours environ d'intervalle, les phénomènes que j'ai décrits reparaissent.

» Ces vues se justifient par une discussion détaillée des phénomènes, qui ne peut trouver place dans cette Communication. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les lois de réciprocité*. Note de M. **X. Stouff**, présentée par M. Darboux.

« On sait qu'une des démonstrations de la loi de réciprocité par Gauss repose sur le partage en deux classes des restes par rapport à un nombre donné. J'ai cherché à généraliser cette démonstration pour trouver la valeur du symbole $\left[\frac{m}{f(\alpha)}\right]$, $m = 2p + 1$ étant un entier premier non complexe, α une racine d'ordre m de l'unité, $f(\alpha) = \sum_{i=1}^{2p} a_i \alpha^i$ un entier com-

plexe premier. On reconnaît qu'ici la considération du groupe

$$G : [Z, \alpha^h Z + n(\alpha) f(\alpha)],$$

où Z est une variable complexe, h un entier non complexe, $n(\alpha)$ un entier quelconque complexe, est essentielle. Supposons un nombre complexe mis sous la forme $\sum_{i=1}^{2p} x_{1i} \alpha$, on peut considérer les $2p$ quantités x_i comme les coordonnées d'un point de l'espace à $2p$ dimensions dont ce nombre complexe serait l'affixe. On peut former un polyèdre générateur du groupe G, conformément aux théories de M. Poincaré. Ce polyèdre est un parallélépipède à $2p$ dimensions, ayant pour sommets opposés les points dont les affixes sont o et $\frac{f(\alpha)}{1-\alpha}$. Les affixes de ses sommets sont représentées par la formule générale

$$\frac{f(\alpha)\sum_{i=1}^{2p} \delta_i \alpha^i}{1-\alpha},$$

où δ_i désigne soit zéro soit l'unité.

» Les faces partant du sommet o au nombre de $2p$ sont conjuguées deux à deux. Il en est de même de celles qui partent du sommet $\frac{f(\alpha)}{1-\alpha}$. Les sommets se répartissent en m cycles.

» Il est nécessaire, pour arriver à des résultats simples dans les recherches sur les lois de réciprocité, de modifier le polyèdre générateur de manière que les multiplicités linéaires à $2p-1$ dimensions qui le limitent aient des directions simples par rapport aux multiplicités $x_i = 0$. Dans le cas de $m = 3$, on trouve très facilement un polygone générateur limité uniquement par des droites $x_1 = \text{const.}$, $x_2 = \text{const.}$

» Dans le cas d'une valeur quelconque de m, on peut adopter le polyèdre générateur suivant. L'affixe d'un point quelconque de ce polyèdre pourra être représentée par

$$\sum_{j=1}^{j=2p} \sum_{i=0}^{m_j} a'_i \alpha^{i+j} + \sum_{j=1}^{j=2p} t_j \, a'_{m_j+1} \alpha^{m_j+j+1};$$

les quantités a'_i sont les coefficients des puissances de α dans $\frac{f(\alpha)}{1-\alpha}$, de telle

sorte que

$$\frac{f(\alpha)}{1-\alpha} = \sum_{i=0}^{2p} a'_i \alpha^i.$$

» Les m_j sont des entiers qui prennent les valeurs 0, 1, 2, ..., $2p-1$; les t_j des quantités variant d'une manière continue de 0 à 1.

» A l'aide de pareils domaines, on démontre aisément que le symbole $\left[\frac{m}{f(\alpha)}\right]$ ne dépend que des restes des a_i par rapport à certaines puissances de m, puissances dont les exposants ne dépendent aussi que de m. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la répartition des déformations dans les métaux soumis à des efforts*. Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. A. Cornu.

» Dans une Note du 7 septembre 1896, M. le commandant Hartmann considère les conclusions que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 27 juillet 1896 comme un corollaire des lois qu'il a énoncées sur la distribution des déformations dans les métaux. Je crois, au contraire, qu'il y a contradiction très nette entre ces deux séries de résultats, quant aux points particuliers que j'ai seuls considérés dans ma Note.

» M. Hartmann déclare qu'il n'a jamais émis l'opinion « que les métaux » se comportent comme des corps homogènes et que les constituants » indiqués par l'étude micrographique n'interviennent pas dans la répar- » tition des déformations ». Il disait cependant, à propos de l'expérience qu'il rappelle (¹) :

» N'est-ce pas là une preuve du peu d'influence de ce que l'on appelle l'*homogénéité* sur les effets de forces extérieures puissantes?

» *Le fait est que les déformations passent indifférentes au travers des cellules de l'acier.*

» Toute théorie moléculaire établie en vue d'expliquer les variations de résistance des métaux doit être faite dans l'hypothèse d'un corps simple.

» Et ailleurs, sur le même sujet (²) :

» Les forces développées sont donc assez puissantes pour produire dans le métal

---

(¹) *Procès-verbaux des séances de la Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction* (séance du 26 janvier 1895), p. 13.

(²) *Revue d'Artillerie*, p. 378; janvier 1896.

des effets indépendants dans une large mesure de son degré d'homogénéité, et les lignes obtenues dépendent de la forme géométrique de la pièce ainsi que de la nature de l'effort et non de sa constitution chimique. Il faut de très grands défauts, c'est-à-dire une hétérogénéité notable pour que la marche des spirales soit troublée.

» Là est le fait que je conteste; les photographies que j'ai obtenues montrent que, dans l'acier doux, soigneusement recuit pour détruire toute tension interne, les premières déformations ne passent pas à travers les cellules, mais se répartissent d'après la disposition même de ces cellules, comme elles se répartissent dans les autres métaux, les laitons, par exemple, qui sont au moins aussi homogènes que l'acier, en suivant la disposition des cristaux constituants.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des éprouvettes de traction en acier recuit, polies et étirées; on ne voit sur la surface qu'une légère granulation qui, examinée à la loupe, montre en relief les cristaux qu'on appelle les *cellules de l'acier* et qu'une attaque chimique permet de mettre en évidence avant l'application de tout effort.

» Je crois donc pouvoir maintenir les conclusions de ma Note du 27 juillet 1896, dont M. Hartmann n'a d'ailleurs pas parlé dans sa réponse. Dans cette Note, je n'ai nullement nié la production, dans certaines conditions, de lignes géométriques régulières, production observée depuis longtemps par de nombreux expérimentateurs, Lüders, Beck Guérard, Gallon, Wedding, etc. (1); j'ai seulement contesté la généralisation de ces résultats qu'il m'a semblé comprendre dans les publications de M. Hartmann. Dans sa Note du 8 mars 1894, M. Hartmann dit :

» Lorsqu'une éprouvette rectangulaire d'un métal susceptible d'allongement est soumise à un effort de traction, on voit apparaître sur toutes les faces, aussitôt la limite élastique atteinte, deux systèmes de lignes droites parallèles, etc.

» Il ne fait nulle part de restriction sur la nature du métal; j'ai montré des exemples de cas où, avec des métaux usuels généralement considérés comme des plus homogènes, on observe un phénomène tout autre et complètement indépendant des lois formulées par M. Hartmann. »

---

(1) Voir Frémont, *Les lignes de Lüders ou lignes superficielles qui apparaissent sur les métaux déformés*. (*Bulletin de la Société d'encouragement*, septembre 1896.)

OPTIQUE. — *Sur l'absorption du spectre ultra-violet par les corps cristallisés.* Note de M. V. **Agafonoff**, présentée par M. A. Cornu.

« Je prie l'Académie de me permettre de lui communiquer les principaux résultats d'un travail entrepris dans le but d'étendre les connaissances, encore très imparfaites, que nous possédons sur l'absorption et le polychromisme des cristaux pour la lumière ultra-violette.

» Ayant eu en vue une étude qualitative plutôt que des mesures proprement dites, j'ai pu me contenter d'un dispositif expérimental assez simple. Comme source de lumière, j'ai pris une forte étincelle d'induction jaillissant entre des électrodes de cadmium. Une lentille de quartz à court foyer rassemblait les rayons sur la fente d'un grand spectromètre pourvu de lentilles achromatiques de quartz et fluorine, d'un prisme de fluorine et d'une petite chambre photographique en place d'oculaire. Un prisme de Rochon, en quartz sans baume de Canada, était installé entre le collimateur et le prisme. On obtenait ainsi, au foyer du spectromètre, deux spectres placés l'un au-dessus de l'autre et polarisés à angle droit. Le cristal à étudier était fixé sur un cercle gradué vertical, tout près de la fente du collimateur; il était appliqué contre un petit trou percé au centre du cercle et formant diaphragme. On pouvait ainsi faire tourner la lame cristalline dans son plan et modifier son azimut par rapport aux sections principales du Rochon sans que la région traversée par les rayons fût le moins du monde changée.

» J'ai étudié environ cent trente substances cristallisées. Deux seulement, la tourmaline et l'acide hémimellitique, ont montré du polychroïsme dans la partie ultra-violette du spectre.

» Dans les autres corps, les deux spectres polarisés à angle droit n'offraient aucune différence appréciable dans cette région; l'absorption de l'ultra-violet commençait à la même raie pour des lames taillées dans un même cristal suivant diverses orientations. La position de la limite dépendait même fort peu de l'épaisseur de la plaque, dans les limites, naturellement assez restreintes ($0^{mm},5$ à 1^{cm}), où j'étais obligé d'opérer.

» Des bandes d'absorption isolées dans le spectre sont très rares. Je n'en ai observé que dans les sels suivants :

» *Sulfate de magnésie à* $7H^2O$: absorption entre les raies Cd 18 et Cd 24 (notation de M. Mascart).

» *Sulfate de nickel et d'ammonium à* $6H^2O$: absorption entre 7 et 9, et entre 18 et 23.

» *Alun ammoniacal :* absorption entre 18 et 23.

» *Azotate de nickel à* $6H^2O$: absorption entre 6 et 9.

» *Azotate de potasse :* absorption entre 12 et 17.

» Nous reconnaissons dès l'abord l'influence prépondérante exercée sur l'absorption par la nature chimique de la molécule. Les résultats que nous avons obtenus pour les cristaux présentent un accord remarquable avec ceux que C. Miller et J.-L. Soret ont obtenus pour les solutions salines. Comme ces auteurs, nous trouvons que les sulfates sont très transparents : la plupart transmettent tout le spectre du cadmium ; seuls, les sulfates de cuivre et de didyme absorbent les rayons plus réfrangibles que Cd 17 et Cd 18 respectivement ; l'alun de thallium transmet jusqu'à Cd 18 inclusivement.

» Les chromates absorbent tout l'ultra-violet et, de plus, le violet et le bleu. En général, la présence du chrome augmente l'absorption. Ainsi le chlorate de potassium transmet jusqu'à Cd 24 tandis que le chlorochromate $KClCo^3$ absorbe le bleu, le violet et l'ultra-violet; l'oxalate neutre de potassium transmet jusqu'à Cd 16, l'oxalate de chrome et potassium seulement jusqu'à Cd 14.

» Les azotates absorbent beaucoup plus que les sulfates : celui d'aluminium depuis Cd 13, celui de potassium depuis Cd 19, celui de potassium et nickel depuis Cd 13.

» Sur 70 cristaux organiques que j'ai étudiés, six seulement transmettent des rayons plus réfrangibles que Cd 17 : l'*acide tartrique* jusqu'à Cd 18; le *tartrate double de sodium et potassium*, jusqu'à Cd 18; le *tartrate de potassium*, jusqu'à Cd 23; le *cyanure de mercure* jusqu'à Cd 18; l'*acide citrique* jusqu'à Cd 18; l'*érythrite* jusqu'à Cd 26. La grande transparence des cristaux d'érythrite est bien d'accord avec ce que Miller a observé pour les sucres en solution. En général, la limite d'absorption de l'ultra-violet par les cristaux organiques se trouve entre Cd 9 et Cd 12. Beaucoup de composés colorés absorbent tout l'ultra-violet. Les dérivés de la thymoquinone sont tous vivement colorés et polychroïques, et absorbent tous tout le spectre ultra-violet.

» La forte absorption des corps organiques semble indiquer que, en général, les molécules chimiques plus compliquées tendent à absorber davantage les rayons ultra-violets. On peut observer de plus que presque toutes les substances qui ont une forte absorption cristallisent relative-

ment mal (excepté les chromates); au contraire, les substances qui cristallisent bien sont en général transparentes : ainsi les aluns, le quartz, la fluorine, les sulfates et, parmi les organiques, les tartrates, l'acide citrique, l'érythrite.

» Cette remarque aurait d'ailleurs besoin d'être confirmée par des observations plus nombreuses.

» L'*acide hémimellitique* et la *tourmaline* sont, comme nous l'avons dit, polychroïques dans l'ultra-violet. J'ai étudié des tourmalines de diverses localités. Les deux spectres séparés par le prisme de Rochon sont alors nettement différents si l'on a soin d'orienter la tourmaline de manière que l'un d'eux soit formé par le rayon ordinaire et l'autre par le rayon extraordinaire. Le spectre ordinaire est absorbé dans sa partie visible et transmis en partie dans l'ultra-violet, tandis que l'inverse a lieu pour le spectre extraordinaire. Un renversement analogue s'observe avec l'acide hémimellitique (1). »

PHYSIQUE. — *Sur un spectre des rayons cathodiques.* Note de M. **Birkeland.**

« J'ai décrit, dans le Recueil norvégien *Elektroteknisk Tidsskrift* (2), quelques expériences sur les rayons cathodiques qui montrent que la cathode, dans un tube de décharge, émet divers groupes de rayons d'espèces différentes se comportant entre eux d'une manière analogue, au point de vue extérieur, aux divers tons émis par une corde vibrante.

» Je me suis occupé dernièrement de séparer l'un de l'autre, d'une manière plus simple, tous ces groupes de rayons cathodiques émis simultanément par une même cathode, en profitant pour cela de ce qu'ils sont tous différemment déviés par des forces magnétiques.

» Mon tube de décharge a la forme qu'indique la *fig.* 1. L'anode A, formée d'un disque d'aluminium percé d'une fente très étroite de 15^{mm} sur $0^{mm},25$, empêche les rayons émis par la cathode C de passer dans la partie sphérique du tube autrement que par cette fente.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de l'Université de Genève.

(2) Ce travail a paru presque *in extenso* dans les *Archives de Genève*, juin 1896, dans l'*Electrical Review*, 968 et 969 et dans le *Zeitschrift für Elektroteknik*, XIV et XV.

» Les rayons cathodiques arrivant sur le fond sphérique du tube y produisent une bande jaune de phosphorescence, qui est très nette *quand l'anode* A *est mise en communication avec le sol.*

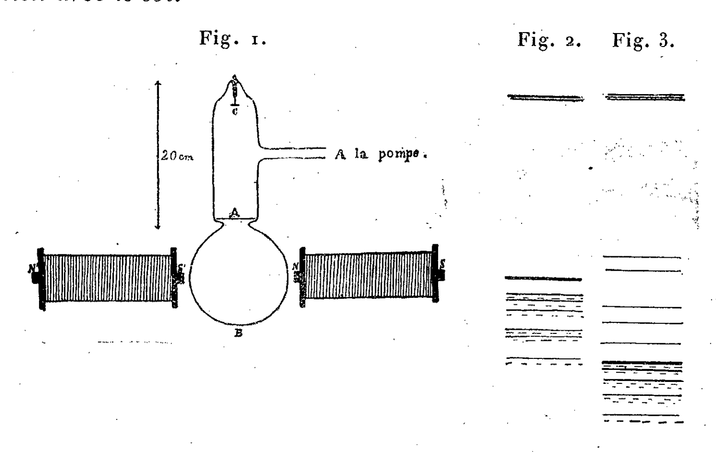


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

» Il y a lieu de remarquer ici que l'apparence de cette bande change avec la pression dans le tube. Elle peut dépasser une largeur de 2^{mm}, même 3^{mm}, si la pression est relativement considérable, tandis qu'elle est excessivement étroite quand la pression est très faible.

» Dans ce dernier cas et en employant des décharges d'une assez grande tension, j'ai pu distinguer deux et même souvent trois raies fines, se recouvrant presque l'une l'autre. On obtient un écartement plus grand d'une de ces lignes avec les autres, en touchant du doigt la boule de verre, et cela de préférence à l'un des pôles du grand cercle ABA; par ce procédé, *une* des raies jaunes aura dévié vers le côté du doigt à peu près de 2^{mm}, tandis que les autres restent immobiles.

» Pour obtenir une déviation magnétique convenable du faisceau étroit des rayons après leur passage par la fente, deux petits électro-aimants égaux sont disposés comme le montre la figure. Dans les résultats des mesures que nous donnerons plus loin, les deux électro-aimants ont été excités en série par un courant toujours de 2 ampères.

» Quand le tube de décharge fonctionne en même temps que les aimants, on voit ordinairement sur la paroi sphérique du tube tout un spectre de lignes diffuses ou bandes jaunes plus ou moins éloignées de la ligne jaune primitive.

» Pour pouvoir étudier l'influence de l'intensité du courant de la décharge sur le spectre, j'ai introduit, dans le circuit primaire de la grande bobine de Ruhmkorff employée, un rhéostat permettant de faire varier le courant primaire d'une manière continue entre 2 et 21 ampères.

» On observe d'abord ce fait remarquable, que les bandes consécutives du spectre paraissent *subitement* l'une après l'autre quand le courant primaire croît.

» Dans le Tableau suivant, on trouve le moment d'apparition des différentes bandes dans une série d'expériences :

Courant primaire.	Longueur de l'étincelle *parallèle*.	Pression d'air dans le tube.	Bande 1.	2.	3.	4.
amp	mm	mm				
5,6	20,0	0,0036	47°-49°	59° - ?	»	»
6,8	24,5	0,0038	43°-45°	51° -54°?	60°- ?	»
8,4	26,0	0,0043	42°	46°,5-49°	53°-55°?	60°-?

» La première bande s'apercevait bien, même par un courant de $2^{amp},8$ avec une longueur d'étincelle de 5^{mm}. Les angles sont comptés sur la sphère de verre à partir de la ligne jaune primitive. L'étincelle *parallèle* se mesure toujours entre deux boules de 1^{cm} de diamètre.

» La *fig.* 2 représente, réduit de moitié, le spectre correspondant à un courant primaire de $8^{amp},4$ et à la pression de $0^{mm},0043$. En augmentant le courant jusqu'à 20 ampères, j'ai vu paraître certainement plus de dix bandes; elles s'approchent pourtant trop l'une de l'autre pour être bien distinguées.

» Les différentes bandes sont formées probablement d'une ou plusieurs raies en mouvement. En tout cas, il est sûr que la première bande consiste en une raie animée d'un mouvement oscillatoire perpendiculaire à sa longueur. En augmentant le courant primaire, les oscillations diminuent, de sorte qu'avec un courant de $7^{amp},5$, la bande est devenue une raie d'une netteté parfaite et d'une grande intensité.

» Si l'on fait marcher avec la main l'interrupteur à mercure employé, on distingue plus clairement les lignes des différentes bandes et l'on voit aussi qu'elles changent un peu de place d'une décharge à l'autre. Mais même avec une seule décharge, les lignes sont encore oscillantes.

» *Quand le courant primaire augmente d'une manière continue, la déviation magnétique de toutes les bandes diminue également,* et cela de manière à les rapprocher les unes des autres.

» *Quand la pression dans le tube diminue, le courant primaire restant constant, la déviation magnétique des rayons cathodiques diminue aussi d'une manière continue,* d'abord vite, plus tard lentement, comme vers une limite.

» Sans pouvoir entrer ici dans les détails, nous indiquerons seulement que, pour un courant primaire de 6 ampères et une pression de $0^{mm},0251$, le front du spectre se trouvait dévié de 96°, tandis que, pour une pression de $0^{mm},0001$, il n'était dévié que de 46°,5.

» Cette dépendance de la déviation magnétique du courant primaire et de la pression dans le tube pourrait conduire à l'idée qu'elle dépend *uniquement de l'étincelle* parallèle *du tube*, c'est-à-dire *de la tension entre la cathode et l'anode*. Cela s'est vérifié dans la mesure où l'on peut l'attendre quand on évalue la tension en question par l'étincelle *parallèle* du tube.

» Si l'on dispose un micromètre à étincelle en série avec le tube de décharge, on voit sortir de la première bande du spectre des raies faibles, mais assez nettes, correspondant à des rayons cathodiques qui sont moins déviés que les autres par les forces magnétiques.

» Ces raies s'éloignent d'autant plus de la partie principale et immobile du spectre que la longueur d'étincelle du micromètre est plus grande elle-même.

» La *fig*. 3 donne, réduit de moitié, le spectre de décharge de notre tube lorsqu'il était mis en série avec un micromètre à étincelle formé de deux boules de laiton de $2^{cm},7$ de diamètre, distantes de 25^{mm}. Le courant primaire était de 12 ampères et la pression dans le tube de $0^{mm},0079$.

» En employant une cathode de platine, plus volatilisable, au lieu d'une cathode d'aluminium, comme je l'avais fait auparavant, j'ai tâché d'examiner si les particules de métal arrachées à la cathode se déposent sur le fond du tube suivant une des lignes du spectre. Le résultat est resté jusqu'ici indécis (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'existence et les propriétés acides du bioxyde de nickel. Dinickelite de baryum.* Note de M. **E. Dufau**, présentée par M. H. Moissan.

« Les recherches de M. G. Rousseau ont mis en évidence l'existence d'un bioxyde de cobalt, correspondant au bioxyde de manganèse, capable comme lui de se combiner aux oxydes basiques pour donner des sels cristallisés tels que $2CoO^2.BaO$ et CoO^2BaO (2). Nous avons récemment signalé la formation facile au four électrique d'un composé analogue, le cobaltite de magnésium CoO^2MgO, dont nous avons fait connaître les propriétés (3).

» Rien de pareil n'avait encore été obtenu pour le nickel, malgré la

(1) La place me manque pour mentionner les résultats de M. Lenard dans des recherches analogues à celles que je viens d'exposer.

(2) G. Rousseau, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 64.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 239.

similitude des propriétés de ces deux métaux. L'emploi du four électrique de M. Moissan nous a permis d'obtenir, par l'action seule de la chaleur, une combinaison du bioxyde de nickel avec l'oxyde de baryum, répondant à la formule $2NiO^2 . BaO$, c'est-à-dire un dinickelite de baryum.

» Ce composé se forme par l'action calorifique d'un arc de 60 volts et de 300 ampères, sur un mélange intime de sesquioxyde de nickel (85^{gr}) et de baryte anhydre (155^{gr}) ou de carbonate de baryte (200^{gr}); le mélange doit être séparé de la chaux du four par une couche assez épaisse de baryte, et la durée de l'expérience ne doit pas dépasser dix minutes.

» Après refroidissement, on trouve dans le four une masse fondue grise, à cassure cristalline. Abandonnée à l'air, cette masse ne tarde pas à se désagréger; des traitements rapides à l'eau froide, suivis de lévigations, débarrassent les cristaux de l'excès de baryte et des parties amorphes qui les entourent; on achève de les purifier par une série de lavages à l'alcool à 95°, puis à l'alcool absolu, lavages toujours suivis de lévigations.

» Le produit ainsi isolé se présente sous l'aspect de petits cristaux foncés et brillants, donnant une poudre d'un brun légèrement verdâtre; au microscope, ces cristaux ont un éclat métallique, leur surface est irisée, les parties minces sont transparentes et d'un rouge brun foncé. La densité de ce composé a été prise dans la benzine anhydre, rapportée à l'eau; elle est de 4,8 à 20°; sa dureté est un peu supérieure à 4.

» Le dinickelite de baryum est peu stable. Il est décomposé par l'eau, qui lui enlève de la baryte; lente à froid, cette décomposition est très rapide à l'ébullition. L'acide fluorhydrique ordinaire le dissout avec effervescence; avec l'acide chlorhydrique, il y a abondant dégagement de chlore et élévation notable de température; l'acide azotique donne également une effervescence et un dégagement de chaleur. La solution ammoniacale le décompose lentement à froid, et se colore en bleu en dissolvant de l'oxyde de nickel.

» Le chlore, le brome et l'iode attaquent assez facilement ce composé, au rouge, avec formation des chlorures, bromures et iodures correspondants. L'oxygène est sans action au rouge vif. Additionné de soufre et chauffé à une température un peu supérieure au point de fusion du soufre, le mélange prend feu et il y a formation des sulfures des deux métaux. L'acide fluorhydrique et l'acide chlorhydrique anhydres donnent assez facilement, au rouge, les fluorures et chlorures correspondants. Les oxydants neutres, tels que le chlorate et l'azotate de potassium en fusion, sont absolument sans action.

» L'analyse de ce composé, qui ne présente aucune difficulté, conduit à la formule $2NiO^2 . BaO$.

» La formation, au four électrique, de ce composé, correspondant au dicobaltite de M. Rousseau, vient confirmer l'hypothèse mise en avant par MM. C. Vicke (1865) (1) et Th. Bayley (1879) (2) sur l'existence du bioxyde

(1) Vicke, *Zeitschrift für Chemie*, t. I, p. 86.
(2) Bayley, *Chemical News*, t. XXXIX, p. 81.

de nickel. Ce fait montre de plus le caractère acide de ce bioxyde, capable de donner, avec les oxydes basiques, une nouvelle série de sels : les nickelites, au nombre desquels il semble rationnel de ranger l'oxyde salin $Ni^3O^4(NiO^2.2NiO)$, puisque l'on ne connaît encore aucune combinaison de Ni^2O^3 avec les bases.

» En résumé, le manganèse, le cobalt et le nickel fournissent tous trois un bioxyde à fonction acide, donnant avec les oxydes basiques des sels dont la stabilité va en décroissant des manganites aux nickelites [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les bromures doubles.* Note de M. **Raoul Varet.**

« J'ai poursuivi mes recherches sur les relations qui existent entre les chaleurs de formation des sels doubles dissous, en étudiant les bromures doubles. Ce sont les principaux résultats obtenus pour quelques-uns de ces composés que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» I. *Bromomercurates.* — Le bromure mercurique, en s'unissant aux autres bromures métalliques, engendre des combinaisons qui appartiennent aux deux types suivants : $2HgBr^2.MBr^2.nH^2O$ et $HgBr^2.MBr^2.nH^2O$.

» A. J'ai trouvé, vers 17°, que :

				Cal
$2HgBr^2$ (1 molécule = 80^{lit})	+ 2HBr (1 molécule = 4^{lit})	dégage	....	+2,54
»	+ 2KBr	»	»	+2,61
»	+ 2NaBr	»	»	+2,59
»	+ 2AzH⁴Br	»	»	+2,63
»	+ 2LiBr	»	»	+2,70
»	+ BaBr² (1 molécule = 8^{lit})	»	....	+3,17
»	+ SrBr²	»	»	+3,06
»	+ CaBr²	»	»	+3,10
»	+ MgBr²	»	»	+3,07
»	+ ZnBr²	»	»	+2,82
»	+ CdBr²	»	»	+2,20
»	+ MnBr²	»	»	+2,92
»	+ NiBr²	»	»	+3,10
»	+ CoBr²	»	»	+3,09

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

» B. J'ai observé, vers 17°, que :

				Cal
$HgBr^2$ (1 molécule = 80^{lit})	+ 2 HBr	(1 molécule = 4^{lit})	dégage...........	+2,30
»	+ 2 KBr	»	»	+2,36
»	+ 2 NaBr	»	»	+2,30
»	+ 2 Az H^4Br	»	»	+2,22
»	+ 2 LiBr	»	»	+2,50
»	+ $BaBr^2$	(1 molécule = 8^{lit})	»	+2,91
»	+ $SrBr^2$	»	»	+2,68
»	+ $CaBr^2$	»	»	+2,82
»	+ $MgBr^2$	»	»	+2,80
»	+ $ZnBr^2$	»	»	+2,56
»	+ $CdBr^2$	»	»	+2,44
»	+ $MnBr^2$	»	»	+2,48
»	+ $NiBr^2$	»	»	+2,81
»	+ $CoBr^2$	»	»	+2,84

» C. Afin de déterminer l'influence de la dilution sur les phénomènes que j'étudiais, j'ai fait réagir, sur le bromure mercurique, des solutions moins étendues des divers bromures mis en expérience. J'ai trouvé, vers 18°, que :

				Cal
$HgBr^2$ (1 molécule = 80^{lit})	+ 2 HBr	(1 molécule = 2^{lit})	dégage...........	+2,4
»	+ 2 KBr	»	»	+2,45
»	+ 2 NaBr	»	»	+2,24
»	+ 2 Az H^4Br	»	»	+2,70
»	+ 2 LiBr	»	»	+2,80
»	+ $BaBr^2$	(1 molécule = 4^{lit})	»	+3,12
»	+ $SrBr^2$	»	»	+3,00
»	+ $CaBr^2$	»	»	+3,08
»	+ $MgBr^2$	»	»	+2,60
»	+ $ZnBr^2$	»	»	+3,40
»	+ $CdBr^2$	»	»	+2,03
»	+ $MnBr^2$	»	»	+3,00
»	+ $CoCr^2$	»	»	+3,08

» D. J'ai aussi étudié les systèmes salins obtenus en faisant agir sur le bromure mercurique un excès d'un autre bromure métallique. J'ai trouvé, vers 17°, que :

				Cal
$HgBr^2$ (1 molécule = 80^{lit})	+ 4 KBr	(1 molécule = 2^{lit})	dégage...........	+3,99
»	+ 4 NaBr	»	»	+3,65
»	+ 4 Az^4Br	»	»	+4,6
»	+ 4 LiBr	»	»	+4,2
»	+ 2 $BaBr^2$	(1 molécule = 4^{lit})	»	+5,10
»	+ 2 $SrBr^2$	»	»	+4,90
»	+ 2 $MgBr^2$	»	»	+4,58
»	+ 2 $ZnBr^2$	»	»	+5,28
»	+ 2 $CdBr^2$	»	»	+3,63

			Cal
$HgBr^2$ (1 molécule = 80^{lit})	+ $2MnBr^2$ (1 molécule = 4^{lit})	dégage...........	+4,98
»	+ $2CoBr^2$ »	»	+5,02

» On a également trouvé, vers 17°, que :

			Cal
$HgBr^2$ (1 molécule = 80^{lit})	+ $4KBr$ (1 molécule = 3^{lit},5)	dégage...........	+4,30
»	+ $4NaBr$ »	»	+4,00
»	+ $4AzH^4Br$ »	»	+4,77
»	+ $4LiBr$ »	»	+4,67
»	+ $2BaBr^2$ (1 molécule = 7^{lit})	»	+5,25
»	+ $2SrBr^2$ »	»	+4,55
»	+ $2MgBr^2$ »	»	+4,61
»	+ $2ZnBr^2$ »	»	+4,50
»	+ $2MnBr^2$ »	»	+4,77
»	+ $2CoBr^2$ »	»	+5,12

» J'ai aussi trouvé, à 17°, que :

			Cal
$HgBr^2$ (1 molécule = 80^{lit})	+ $8KBr$ (1 molécule = 3^{lit},5)	dégage...........	+5,6
»	+ $8NaBr$ »	»	+5,1
»	+ $8AzH^4Br$ »	»	+6,21
»	+ $8LiBr$ »	»	+5,90
$HgBr^2$ (1 molécule = 80^{lit})	+ $4BaBr^2$ (1 molécule = 7^{lit})	»	+6,63
»	+ $4SrBr^2$ »	»	+5,70
»	+ $4MgBr^2$ »	»	+6,15
»	+ $4MnBr^2$ »	»	+6,42
»	+ $4CoBr^2$ »	»	+6,50

» II. *Combinaisons engendrées par les bromures de cobalt, de manganèse, etc.*

» J'ai trouvé, vers 17°, que :

			Cal
$CoBr^2$ (1 molécule = 4^{lit})	+ $2AzH^4Br$ (1 molécule = 2^{lit})	dégage.........	+0,170
»	+ $2NaBr$ »	»	−0,003
$MnBr^2$ »	+ $2AzH^4Br$ »	»	+0,080
»	+ $2NaBr$ »	»	−0,060

» *Conclusions.* — I. Les combinaisons que forme le bromure mercurique en s'unissant aux autres bromures métalliques ont, dans l'état dissous, des chaleurs de formation qui sont du même ordre de grandeur pour une même série de sels doubles. Les différences observées sont dues à l'inégalité des effets thermiques auxquels donne lieu la dilution de ces divers composés et de leurs constituants. Ces résultats nous conduisent à envisager ces sels doubles comme étant des dérivés d'acides complexes, tels que $Hg^2Br^6H^2$ et $HgBr^4H^2$.

» II. Les sels doubles engendrés par l'union des bromures de cobalt,

de manganèse, etc., avec les bromures des métaux alcalins, sont très dissociés par la dialyse. Leur formation, dans l'état dissous, ne donne lieu qu'à des effets thermiques très faibles. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'immunité conférée par quelques substances anticoagulantes. De son mécanisme : excitation de la phagocytose, augmentation du pouvoir bactéricide du sang.* Note de MM. **Bosc** et **Delezenne.**

« Dans une précédente Note ([1]) nous avons montré que le sang rendu incoagulable par l'extrait de sangsue se putréfie beaucoup plus tardivement que le sang normal. Frappés par le fait que, dans le sang ainsi rendu incoagulable, la vitalité des leucocytes est considérablement augmentée, nous avons supposé que la phagocytose pouvait continuer à s'exercer activement dans ce sang extrait des vaisseaux et apporter ainsi un obstacle au développement des microrganismes de la putréfaction. Nous avons pensé, en outre, que peut-être l'extrait de sangsue agissait également en provoquant ou en excitant des sécrétions leucocytaires, capables d'augmenter le pouvoir bactéricide du sang.

» Une pareille interprétation des faits observés nous conduisait naturellement à nous demander si ces substances anticoagulantes, dont l'action sur les leucocytes est des plus évidentes, ne seraient pas capables d'agir comme certaines toxines microbiennes pour augmenter les procédés de défense de l'organisme contre l'infection ; en un mot, pour conférer, dans une certaine mesure, l'immunité. Cette hypothèse nous paraissait d'autant plus séduisante qu'il y a de nombreux rapprochements à établir, au point de vue de leur action physiologique, entre les toxines microbiennes et les substances anticoagulantes que nous étudions.

» De même que ces dernières, les toxines injectées dans les vaisseaux peuvent suspendre la coagulation du sang (Salvioli, Athanasiu, Carvallo et Charrin); comme les toxines, les substances anticoagulantes sont de puissants lymphagogues; les unes et les autres déterminent de l'hypoleucocytose, de la vaso-dilatation; elles produisent des lésions identiques..., etc.

» Si nous rappelons, en outre, que Freund et Grosz ont montré que certaines albumoses, que l'histon et le nucléohiston qui sont aussi des sub-

---

([1]) *Comptes rendus,* p. 465 de ce Volume.

stances anticoagulantes, peuvent, dans une certaine mesure, conférer l'immunité; que des expériences plus anciennes et non moins intéressantes ont permis d'attribuer les mêmes effets au bouillon peptonisé, on reconnaîtra encore plus aisément la légitimité de notre hypothèse.

» Les recherches suivantes nous ont permis d'en apporter une vérification expérimentale. Nous donnerons seulement ici les résultats généraux, nous réservant d'exposer ultérieurement les faits dans le détail.

» 1° *Expériences* in vitro. — Ces expériences ont été faites avec du sang de chien, recueilli aseptiquement après injection intraveineuse d'extrait de sangsue ou de peptone. La prise était faite un temps variable après l'injection, mais toujours pendant la phase d'incoagulabilité. Préalablement à l'injection, un échantillon de sang normal avait été prélevé.

» Les résultats ont été les mêmes pour la peptone que pour l'extrait de sangsue, mais toujours plus nets avec ce dernier.

» Dans le sang rendu incoagulable *in vivo* par les procédés que nous venons d'indiquer, la conservation des éléments figurés est remarquable; les globules blancs, en particulier, jouissent pendant plusieurs jours d'une vitalité très grande et leurs mouvements amiboïdes sont des plus nets.

» Si l'on étudie les leucocytes dans le sang incoagulable ensemencé avec du colibacille, on voit que la phagocytose se fait avec une grande énergie. Chaque globule blanc englobe des bacilles, qui sont, les uns bien colorés et peu déformés, les autres renflés en massue et prenant moins bien la couleur, d'autres réduits à l'état de granulations éosinophiles plus ou moins volumineuses. Ce pouvoir phagocytaire persiste longtemps *in vitro;* nous l'avons observé au troisième et au quatrième jour. L'énergie des mouvements amiboïdes des globules blancs à la température ordinaire, l'intensité de la phagocytose, nous permettent de penser que cette dernière est très exagérée dans le sang incoagulable de l'animal vivant, par comparaison avec la normale.

» Le *pouvoir bactéricide* du sang rendu incoagulable *in vivo* est augmenté par rapport à celui du sérum du sang normal des mêmes animaux.

» Si l'on place dans un verre de montre 1^{cc} à 2^{cc} d'une culture très jeune de colibacille connue, et qu'on y ajoute quatre à cinq gouttes du sang incoagulable, on voit se produire, au bout d'un temps variable, une agglutination très nette des microbes, puis une diminution sensible de leurs mouvements. Si l'on se sert, non plus du sang incoagulable *in toto* et bien mélangé, mais de la couche de plasma qui vient surnager à la surface, par le repos, les phénomènes sont encore plus rapides et plus intenses. Le sérum normal des mêmes animaux ne produit, à la longue, que des agglutinations insignifiantes, sans modification apparente des mouvements des bacilles.

» Lorsqu'on ensemence, très largement, du sang rendu incoagulable *in vivo*, recueilli en tube stérilisé, et qu'on le porte à l'étuve à 37° C., l'action bactéricide s'observe avec une très grande netteté, à côté de l'action phagocytaire. Le développement des bacilles paraît arrêté et la culture demeure très maigre; les bacilles forment des agglutinations plus ou moins volumineuses, ils sont plus longs, comme dans les

formes involutives, irréguliers, renflés le plus souvent à une extrémité, terminés par une véritable boule, ou réduits complètement à la forme globulaire; la plupart prennent moins bien la couleur, ont une apparence granuleuse; leurs mouvements sont complètement abolis ou très diminués. Au bout de quelques jours, on trouve des bacilles éosinophiles non seulement dans l'intérieur des phagocytes mais encore dans le plasma. L'ensemencement sur bouillon ordinaire ou sur gélose donne des cultures bien moins vivaces que celles qui proviennent de la culture mère.

» Le pouvoir bactéricide augmente *in vitro* au bout de plusieurs jours.

» Nous pouvons conclure de ces expériences, rapportées brièvement, que les pouvoirs phagocytaire et bactéricide du sang rendu incoagulable *in vivo* sont très augmentés par rapport à la normale et que le pouvoir bactéricide du plasma est encore plus énergique que celui du sang *in toto*. Cette action plus prononcée du plasma paraît devoir être rattachée, *a priori*, à l'accumulation des leucocytes dans la couche plasmatique superficielle.

» 2° *Expériences* in vivo; *immunisation contre l'infection expérimentale.* — Les résultats précédents montrent que les substances anticoagulantes, introduites dans le sang, augmentent les moyens ordinaires de défense de l'organisme contre les agents de l'infection. Ils nous ont amenés à rechercher si ces substances n'étaient pas capables de conférer aux animaux une immunité contre les infections expérimentales. Sans entrer dans le détail des recherches que nous poursuivons encore, nous indiquerons dès maintenant les résultats qui nous paraissent dignes d'intérêt.

» Nous avons injecté à des chiens, dans la veine de l'oreille, une quantité suffisante d'extrait de sangsue ou de peptone pour rendre le sang incoagulable pendant plusieurs heures; un temps variable après cette injection, de 15 minutes à trois quarts d'heure, nous avons injecté, dans la veine de l'oreille opposée, une dose de colibacille ou de streptocoque capable d'entraîner rapidement la mort. Si l'on compare les nombreuses séries d'expériences que nous possédons, chez le chien et chez le lapin, nous voyons que, tandis que les animaux témoins mouraient rapidement avec les symptômes si graves de l'infection colibacillaire ou streptococcique, les animaux dont le sang avait été rendu antérieurement incoagulable ne présentaient que des symptômes atténués de l'infection et guérissaient après avoir présenté des phénomènes réactionnels très marqués, du côté de la circulation, de la respiration, de la calorification et de la diurèse. Chez certains animaux, mais surtout à la suite de l'injection d'extrait de sangsue, nous avons observé une véritable *action empêchante,* et c'est dans ces cas que nous avons vu se développer des phénomènes réactionnels d'une extraordinaire intensité, surtout en ce qui concerne la circulation et la calorification.

» *En résumé,* certaines substances anticoagulantes, comme l'extrait de sangsue ou la peptone, injectées dans le sang, sont capables de produire des modifications qui augmentent les procédés de défense de l'organisme

contre les agents infectieux. Ces modifications sont caractérisées par un accroissement remarquable de la vitalité et des propriétés phagocytaires des globules blancs et par l'augmentation du pouvoir bactéricide du sang. L'injection intraveineuse de ces substances anticoagulantes à des lapins et à des chiens, 15 à 45 minutes avant l'injection de colibacille ou de streptocoque, peut conférer aux animaux une véritable immunité et même avoir une *action empêchante* absolue contre les infections expérimentales. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la présence de la propriété agglutinante dans le plasma sanguin et divers liquides de l'organisme.* Note de MM. **Ch. Achard** et **R. Bensaude**, présentée par M. Lannelongue.

« D'après des travaux récents, la propriété d'agglutiner les microbes, que le sérum acquiert dans certaines infections, lui viendrait exclusivement des leucocytes : ceux-ci la lui communiqueraient en exsudant leur contenu pendant la coagulation du sang. Cette théorie repose sur l'étude expérimentale de diverses humeurs. Il nous a paru préférable d'opérer directement sur le sang, et chez l'homme, dont le sérum, au cours de la fièvre typhoïde, agglutine le bacille d'Eberth.

» La principale difficulté résulte de la coagulation. Nous l'avons évitée en utilisant l'extrait de sangsues, préparé avec l'eau salée à 7 pour 1000, ou le sérum humain comme véhicule. Mélangé au sang *in vitro,* ce liquide anticoagulant ne modifie point ses éléments figurés et ne met aucun obstacle au phénomène d'agglutination.

» Nous nous sommes assurés de la sorte que le plasma privé de tout élément figuré, par dépôt des globules ou par centrifugation, possède le pouvoir agglutinant au même degré, ou peu s'en faut, que le plasma très riche en leucocytes qu'on peut recueillir en laissant déposer les globules, ou plus facilement en filtrant le sang sur un tampon d'ouate qui retient un grand nombre de leucocytes.

» On pourrait, il est vrai, objecter que, malgré la survie de la plupart des leucocytes, quelques-uns ont pu mourir pendant l'expérience et, en exsudant leur contenu, communiquer au sérum la propriété en question. Il faut donc, après avoir éliminé complètement le plasma qui la possède, chercher si elle subsiste dans les leucocytes restés vivants.

» On réalise cette expérience en filtrant le sang sur un tampon d'ouate comme précédemment, puis en lavant ce tampon avec du sérum normal additionné d'extrait

de sangsues. Lorsque le liquide de lavage a cessé de provoquer l'agglutination, on retire le tampon, on l'exprime, et l'on recueille un liquide renfermant une proportion considérable de globules blancs (3000 pour 6000 globules rouges par millimètre cube, après filtration d'un demi-centimètre cube de sang pur). Or, ce liquide si riche en leucocytes ne donne pas plus que les dernières gouttes du liquide de lavage la réaction agglutinante. Pourtant les leucocytes sont bien vivants, ce dont on s'assure en leur faisant absorber des grains de carmin ; d'ailleurs, l'expérience demande peu de temps (à peine une demi-heure), et une faible quantité de liquide suffit au lavage (2^{cc} ou 3^{cc}).

» On peut donc conclure que les leucocytes vivants, séparés du plasma primitif, n'ont pas retenu en eux le pouvoir agglutinant. Cette perte est d'ailleurs définitive, car la propriété disparue n'est pas récupérée par les globules blancs, lorsqu'on les laisse vivre plusieurs heures à l'étuve dans le sérum, et elle ne reparaît pas non plus dans ce sérum lorsque les globules, tués par un chauffage à 50°, y ont exsudé leur contenu.

» La propriété agglutinante existant dans le plasma, son passage dans les différentes humeurs ne saurait être exclusivement subordonné à la présence des leucocytes dans ces humeurs, mais doit être intimement rattaché aux phénomènes de la diffusion à travers les membranes vivantes. Ceux-ci peuvent même rendre compte des faits mis en avant par les partisans de l'origine exclusivement leucocytaire. Ainsi, les résultats négatifs, notés par M. Bordet avec la sérosité de l'œdème et l'humeur aqueuse, peuvent être imputés moins à l'absence de leucocytes qu'aux phénomènes de diffusion qui président à la formation de ces liquides, où les matières albuminoïdes du plasma sanguin ne diffusent qu'en faible proportion (¹).

» On sait déjà que les substances qui déterminent l'agglutination des microbes offrent une certaine résistance à la diffusion *in vitro* : le filtre de porcelaine les retient dans l'urine (Widal), le lait (Achard et Bensaude). Mais nous avons vu celles du sérum traverser le papier parchemin d'un dialyseur.

» Dans l'organisme vivant, il est certain que les phénomènes de diffusion sont plus complexes et que le passage des divers éléments du plasma

(¹) Nous avons trouvé la propriété agglutinante dans l'humeur aqueuse chez l'homme : il est vrai que c'était sur le cadavre (9 heures après la mort) et que cette humeur renfermait quelques rares leucocytes. Nous mettrons hors de discussion les liquides organiques dans lesquels la réaction, que nous avons constatée, peut être due à la présence d'éléments du sang en plus ou moins grande abondance : pus, sérosité pleurale, selles diarrhéiques provenant de l'intestin ulcéré.

dans les humeurs et les sécrétions ne s'explique pas uniquement par une simple dialyse. Mais on retrouve une complexité analogue et des variations vraiment imprévues lorsqu'on étudie la propriété agglutinante. La barrière si fragile du placenta peut suffire à l'arrêter, comme M. Étienne l'a observé chez le fœtus humain et comme nous l'avons vu chez le lapin. Dans les différentes humeurs, elle peut varier suivant les sujets et même d'un jour à l'autre, comme M. Widal l'a montré pour l'urine. Le mécanisme de ces variations n'est pas déterminé; mais, en tout cas, ce n'est pas la présence ou l'absence des leucocytes qui suffirait à expliquer pourquoi nous n'avons pas trouvé cette propriété dans la salive, le suc gastrique, la bile, non mélangés de sang, alors qu'elle a été rencontrée dans le lait (Achard et Bensaude), les larmes (Widal et Sicard), le liquide clair comme l'eau de roche des kystes hydatiques du lapin (Observations personnelles). Ces derniers faits se conçoivent mieux si l'on fait intervenir la transsudation des substances qui déterminent l'agglutination des microbes et dont nous croyons avoir, dans cette Note, démontré la présence dans le plasma du sang vivant. »

Influence des repas, de l'exercice physique, du travail intellectuel et des émotions sur la circulation capillaire de l'homme [1]. Note de **A. Binet** et **J. Courtier**.

« Nos expériences, continuées pendant deux ans, ont été pratiquées sur une vingtaine de sujets des deux sexes, de tout âge et de toute condition, au moyen des divers pléthysmographes connus (et en particulier avec celui de Hallion et Comte), dont les indications ont été contrôlées par l'emploi de pneumographes, cardiographes, sphygmographes, sphygmomètres, sphygmomanomètres, etc., etc. Nous sommes arrivés aux conclusions suivantes :

» 1° Le pouls capillaire, pris d'heure en heure, pendant vingt-quatre heures, subit, dans la forme de la pulsation, des changements continus, d'une régularité parfaite, qui concordent avec ceux des autres jours, enregistrés aux mêmes heures. Sous l'influence des repas, le pouls capillaire augmente d'amplitude, la ligne d'ascension est plus rapide, le sommet

(1) Travail du Laboratoire de Psychologie physiologique des Hautes Études, à la Sorbonne.

devient plus aigu, la ligne de descente devient plus rapide, le dicrotisme est placé plus bas sur la ligne de descente et sa forme s'accentue. A mesure que le repas s'éloigne, le pouls se rapetisse, ses lignes de montée et de descente se ralentissent, le sommet s'émousse, le dicrotisme remonte sur la ligne de descente et s'amollit. A 7^h du soir, chez certains sujets, le pouls capillaire est filiforme. Les modifications du pouls capillaire, au cours de vingt-quatre heures, se font dans le même sens que celles de la respiration (vitesse et amplitude), du cœur (vitesse du pouls) et de la température du corps (enregistrée à la main, à l'aisselle ou à la bouche); d'une manière générale, le pouls ample, à dicrotisme accentué et placé bas, coïncide avec la vitesse du cœur et de la respiration, et une température élevée du corps.

» Néanmoins la circulation capillaire présente un certain degré d'indépendance par rapport à la température du corps et notamment de la main, et il n'est pas rare d'observer, d'une heure à une autre, un accroissement de la circulation capillaire (une augmentation de force de la pulsation, entendue dans le sens où nous venons de la définir, c'est-à-dire avec accentuation et abaissement du dicrotisme) coïncidant avec un abaissement de température. Les modifications du pouls capillaire s'accompagnent de modifications équivalentes du pouls radial et carotidien.

» 2° L'exercice physique généralisé, sous la forme de marche, amène un abaissement et une accentuation du dicrotisme, ainsi que les autres caractères de la pulsation forte; parfois le pouls se rapetisse, ce qui provient vraisemblablement, en partie, d'un réflexe de constriction provoqué par le froid qui résulte de l'évaporation de la sueur; mais les autres caractères de la pulsation forte subsistent. Un effort musculaire violent (pression d'un dynamomètre avec force pendant plusieurs secondes), une attitude fatigante (position verticale de la main et du bras) maintenue pendant plusieurs minutes, une faradisation violente des muscles du bras, bref un travail physique localisé et amenant une sensation de fatigue profonde produit une atténuation du dicrotisme, qui remonte vers le sommet de la pulsation : celle-ci peut, selon les cas, grandir ou diminuer d'amplitude; nous n'insistons pas sur les détails; le caractère essentiel est l'atténuation et le déplacement vers le haut du dicrotisme, qui constitue, selon nous, le pouls capillaire de fatigue.

» 3° Le travail intellectuel produit des effets bien différents, suivant qu'il est modéré ou intense, court ou long. Le premier effet de la fixation de l'attention est une vaso-constriction réflexe; il y a, en outre, une accélé-

ration du cœur, une accélération de la respiration (avec amplitude et suppression de la pause expiratoire) et souvent des ondulations vaso-motrices (du type décrit pas Masso). Cet ensemble de phénomènes, assez bien marqué dans un travail intense (calcul mental compliqué), constitue la phase d'excitation du travail intellectuel; la phase de dépression qui peut se produire, soit à la fin du travail intellectuel, soit pendant tout le feu de ce travail, comprend un ralentissement du cœur (qui bat moins vite qu'à l'état normal), un ralentissement de la respiration, et surtout un amollissement du dicrotisme de la pulsation capillaire, amollissement dont nous avons fait le signe de la fatigue. Un surmenage intellectuel violent (par exemple répéter huit chiffres de mémoire, chaque dix secondes, sans se reposer, pendant quinze minutes) provoque un agrandissement très net de la pulsation capillaire, avec atténuation du dicrotisme. Un travail intellectuel plus modéré, mais continué pendant plusieurs heures et amenant une certaine lassitude, provoque un ralentissement du pouls, de la respiration, et une circulation capillaire languissante, avec pouls petit, dicrotisme faible et placé haut, ligne d'ascension et de descente très lentes. Ces différents effets ne peuvent être constatés que par comparaison avec ce qui se passe dans une autre journée, où le sujet ne fait pas de travail intellectuel.

» 4° Les sensations de plaisir et de douleur et les différentes émotions (dans la mesure de force et de sincérité où l'on peut les étudier dans un laboratoire) produisent des effets analogues à ceux du travail intellectuel, mais beaucoup plus intenses. Nous ne pouvons entrer dans les détails, qui seuls expriment la physionomie des expériences. D'une façon générale, on peut dire que toutes les émotions, quelles qu'elles soient, agréables ou pénibles, provoquent une vaso-constriction réflexe et produisent, à leur début, une accélération du cœur et de la respiration, qui prouve qu'elles agissent comme des excitateurs du système nerveux. Chez quelques sujets, nous avons vu les sensations et émotions pénibles (tristesse morale, vive contrariété, dégoût physique, etc.) produire un amollissement du dicrotisme de la pulsation, de sorte que ce type de pulsation caractérise à la fois la fatigue physique, la fatigue intellectuelle et les émotions dépressives. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure de la paroi du corps des Plathelminthes parasites.* Note de M. Léon Jammes, présentée par M. Milne-Edwards.

« Mes dernières recherches ont eu pour objet l'étude de l'ectoderme et du système nerveux des Platelminthes parasites adultes. Ces recherches m'ont permis d'établir :

» 1° La présence, dans l'ectoderme, de *cellules épithéliales,* de *cellules nerveuses,* de *fibrilles* et de *granulations;* 2° l'absence de contours définis pour le système nerveux; ce dernier est *diffus* et fait corps avec le reste de l'ectoderme.

» De nouvelles études, faites comparativement sur de très jeunes Tænias et sur des adultes de la même espèce, ont ajouté des faits nouveaux aux indications qui précèdent. Le sujet étudié est le *Tænia serrata,* qui vit chez le Lapin à l'état de Cysticerque, et chez le Chien à l'état adulte. Les Cysticerques présentent souvent des sujets qui commencent à se diviser en anneaux et qui se prêtent, de ce fait, au genre d'observations que je viens d'effectuer. D'autre part, l'examen d'anneaux, d'âges de plus en plus avancés, m'a permis d'établir l'histoire morphogénique des principaux éléments de la paroi du corps, depuis leur début jusqu'à l'état adulte.

» Les anneaux très jeunes, encore en continuité avec la paroi du Cysticerque, présentent une grande simplicité de structure. Ils ne contiennent aucun organe et se composent uniquement de deux tissus : l'un, *superficiel,* formant le revêtement de l'anneau et servant de matrice à la cuticule; l'autre, *profond,* composé de cellules ovoïdes, toutes semblables, placées les unes contre les autres, pourvues d'une grande capacité reproductive et remplissant tout l'espace limité par le tissu superficiel.

» Le premier de ces tissus correspond à l'*ectoderme.* Il a déjà perdu sa structure épithéliale et offre un aspect granuleux avec les traces d'une transformation précoce, tout à fait comparable à celle que j'ai décrite à propos des Némathelminthes. La description de ce tissu, à l'état adulte, a fait l'objet d'une précédente Note.

» Le second tissu correspond au *mésoderme.* Il offre encore l'aspect d'un tissu embryonnaire. Il donnera, entre autres choses, la partie de la paroi du corps sous-jacente à l'ectoderme.

» Dans les anneaux très jeunes, toutes les cellules qui constituent ce

tissu profond sont semblables entre elles; toutes sont ovoïdes et placées les unes contre les autres, sans pressions considérables, si l'on en juge par leur forme globuleuse, régulière et l'absence, à leur surface, des facettes que créent les forts contacts.

» Dans les anneaux un peu plus âgés, les cellules voisines de l'ectoderme présentent un *début d'orientation*. Leurs grands axes tendent, dans l'ensemble, à se placer suivant une direction perpendiculaire au plan général de l'ectoderme; une distinction s'établit, de ce fait, entre les cellules en contact avec l'ectoderme et les cellules situées plus profondément dans le corps. Cette distinction s'accroît par la suite.

» *a. Éléments en contact avec l'ectoderme.* — Les éléments en contact avec l'ectoderme deviennent des *cellules musculaires*. A mesure qu'ils se différencient, ces éléments perdent leur capacité génétique et, bientôt, leur *accroissement en nombre ne suit plus l'accroissement en volume des anneaux*. Il résulte de cela un changement de forme des cellules et l'apparition d'espaces libres entre ces éléments. De même que chez les Nématodes, les futurs éléments contractiles conservent des rapports avec les parties centrales de l'organisme, et les tractions qu'ils subissent déterminent leur forme allongée. De même encore, la portion de chaque élément voisine de l'ectoderme se différencie seule, dans le sens contractile, tandis que la portion suspendue dans le corps reste à l'état vésiculeux. Ces deux parties, *contractile* et *vésiculeuse*, présentent des variations en quantité qui font que, parfois, presque tout un élément se différencie dans le sens musculaire, et que parfois aussi tel autre élément ne présente qu'une petite partie organisée dans le même sens. Le noyau est toujours placé dans la portion vésiculeuse.

» Considéré dans son ensemble, le système musculaire des Cestodes se compose d'une couche d'éléments contractiles régulièrement appliqués contre la face interne de l'ectoderme. Il est disposé, fondamentalement, comme le système musculaire des Némathelminthes et peut, en tous points, lui être comparé. Chaque élément présente deux parties, l'une contractile, en contact avec l'ectoderme, l'autre vésiculeuse, suspendue dans la cavité générale du corps et reliée, par des expansions, aux organes centraux.

» *b. Éléments situés plus profondément, dans le corps.* — La masse de cellules, placée en dedans des éléments musculaires qui viennent d'être décrits, se différencie dans des sens divers; d'une part, elle donne naissance aux organes sexuels, d'autre part, elle s'organise en un *parenchyme irrégulier* composé de cellules répandues dans une trame conjonctive lacuneuse.

» A son début, ce dernier tissu est fait de cellules juxtaposées. Par la suite, celles-ci cessent de se multiplier et, du fait de l'agrandissement des anneaux (en rapport avec l'accroissement considérable des organes sexuels), se séparent et s'éparpillent.

» La trame conjonctive se développe à mesure que la séparation des cellules se produit, et bientôt de nombreuses granulations apparaissent dans sa masse.

» Les granulations doivent être attribuées à la division, en fragments, des éléments cellulaires; leur formation constitue un phénomène très répandu parmi les Vers parasites; j'ai eu l'occasion de l'étudier dans un travail antérieur.

» En résumé, le mésoderme des Cestodes, fait, au début, de cellules juxtaposées, semblables entre elles, se transforme, au cours du développement, en un *parenchyme lacuneux*. Dans ce parenchyme, se développent deux parties : l'une, accolée à la face interne de l'ectoderme, régularisée et offrant, pendant toute la vie du sujet, une *disposition épithéliale*. L'autre, placée plus profondément, et prenant, à l'état adulte, tous les caractères d'un *parenchyme diffus* (1). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence de formes épitoques chez les Annélides de la famille des Cirratuliens*. Note de MM. **F. Mesnil** et **M. Caullery**, présentée par M. Edmond Perrier.

« On sait que, chez certains types d'Annélides Polychètes errantes, au moment de la maturité sexuelle, il se produit une véritable métamorphose. Telle est la transformation des *Nereis* en *Heteronereis*, connue chez beaucoup d'espèces dans la famille des Lycoridiens. Telle est aussi, compliquée parfois d'un phénomène de multiplication par tronçonnement, la production des stolons sexués chez divers Syllidiens. La métamorphose, plus ou moins complexe, consiste notamment dans un accroissement des organes des sens, l'apparition de longues soies natatoires, souvent aussi dans la chute de certaines soies de la forme primitive, etc. On désigne d'une façon générale les individus ainsi modifiés sous le nom de *forme épitoque*. Les individus non modifiés constituent la *forme atoque*. Nous avons observé un phénomène analogue chez deux espèces appartenant à la famille des Cirratuliens. Aucun exemple n'en était encore connu chez les Annélides Sédentaires.

» Nous l'avons constaté sur un très grand nombre d'individus, pour le *Dodecaceria concharum* Œrsted (*Heterocirrus ater* Qfg.). Cette Annélide existe en abondance sur la côte voisine du cap de la Hague. Elle habite là des tubes creusés dans l'épaisseur des *Lithothamnion*. Cette algue tapisse

(1) Laboratoire d'Histoire naturelle de Toulouse.

les mares qu'offrent les rochers, dans la zone découvrant aux marées moyennes.

» Le *Dodecaceria concharum,* décrit d'abord par Œrsted, a été revu depuis par plusieurs zoologistes. Langerhans en a donné une description très exacte. Mais tous les auteurs n'ont eu sous les yeux que la forme sédentaire de cette espèce ; c'est en réalité la *forme atoque;* ses caractères saillants sont les suivants :

» *Forme atoque.* — Dans son tube, l'animal est replié en un U dont les deux branches se touchent. Chez l'adulte, le corps, d'une couleur noirâtre, comprend de 50 à 60 segments. Son extrémité postérieure est légèrement dilatée en spatule. Le prostomium est dépourvu d'appendices et de taches oculaires. Chacun des quatre ou cinq segments suivants est muni d'une paire de filaments branchiaux parcourus chacun par deux canaux sanguins. Le premier porte en outre une paire de gros tentacules, placés latéralement, plus forts que les branchies, s'enroulant fréquemment en spirale et contenant à leur intérieur un vaisseau unique.

» Les soies sont simples et de deux sortes : 1° les unes capillaires; 2° les autres massives et excavées à leur extrémité en forme de cuiller. Les capillaires existent seules aux cinq ou six premiers segments. Les soies en cuiller apparaissent au sixième ou septième segment dans la rame ventrale du parapode, et au huitième dans la rame dorsale. Les soies capillaires disparaissent presque complètement, surtout à la rame ventrale, dans un certain nombre de segments appartenant à la région moyenne du corps.

» *Forme épitoque.* — Nous avons trouvé, associée aux animaux précédents, une autre forme extrêmement différente au premier abord. Quand on détache du rocher les plaques de *Lithothamnion*, on voit quelques Vers, ainsi mis à nu, nager rapidement dans la mare avec des mouvements serpentiformes analogues à ceux des *Nephthys.* Ce sont les individus de la *forme épitoque.* A l'examen, ils se différencient par les caractères suivants :

» 1° On remarque immédiatement à presque tous les segments sétigères (sauf les quatre ou six premiers et un certain nombre à l'extrémité postérieure) de très longues soies capillaires, fines et glabres, tout à fait semblables aux soies dites *pélagiques* chez les Syllidiens. Ces soies constituent seules la rame dorsale des parapodes. La rame ventrale se compose surtout de soies capillaires plus courtes. Les soies en cuiller sont beaucoup moins nombreuses que chez la forme sédentaire. Elles apparaissent à un segment de rang variable mais généralement plus reculé que le sixième. Elles ont très souvent complètement disparu de la région moyenne du corps;

» 2° Le prostomium porte deux yeux très développés;

» 3° Les deux tentacules du premier segment métastomial sont souvent réduits à des moignons et, d'une façon générale, sont courts et minces;

» 4° L'extrémité postérieure du corps est moins nettement spatuliforme;

» 5° La couleur, encore noirâtre aux extrémités, est claire et jaunâtre dans la région moyenne;

» 6° La musculature a subi des changements dont nous nous bornons à signaler l'existence.

» Tous ces individus mobiles sont unisexués et renferment des produits génitaux *mûrs*. Ils les répandent en abondance aussitôt qu'ils se mettent en mouvement. Souvent même alors les organes segmentaires sont violemment évaginés. Au bout de peu de temps, la cavité du corps ne renferme presque plus d'œufs ou de spermatozoïdes. Les individus conservés dans des cristallisoirs perdaient peu à peu leur grande mobilité. Notons encore que ces exemplaires transformés présentaient, comme les autres, de 50 à 60 segments sétigères.

» Durant le mois d'août, nous avons trouvé constamment associées les formes *atoque* et *épitoque*. Nous avons recueilli aussi un certain nombre d'individus intermédiaires, en ce qui regarde la longueur et la répartition des soies, ainsi que la coloration du corps. La transformation doit s'effectuer rapidement. Son élément le plus important est une mue rapide des soies : les soies en cuiller étant remplacées par des soies capillaires.

» Nous concluons de ces observations que, au moment de la maturité sexuelle, le *Dodecaceria concharum* subit une véritable métamorphose, en rapport direct avec la dissémination des produits génitaux.

» Nous avons constaté un phénomène tout à fait analogue chez l'*Heterocirrus flavo-viridis* Saint-Joseph, Cirratulien également abondant dans les mares à *Lithothamnion*. A côté des individus conformes à la description de M. de Saint-Joseph, et dans lesquels nous n'avons pas observé de produits génitaux, nous en avons rencontré plusieurs (mâles et femelles) pourvus de très gros yeux, de longues soies capillaires dorsales et se déplaçant avec une grande agilité.

» Nous croyons pouvoir induire de là que l'existence de ces formes *épitoques* est assez répandue dans la famille des Cirratuliens. Peut-être faut-il interpréter comme telles, en les rapportant à des formes sédentaires encore inconnues, les espèces décrites par les auteurs dans le genre *Chætozone*, chez lesquelles on remarque, entre autres particularités, de très longues soies capillaires et parfois des yeux très développés (*Ch. macrophthalma* Langerhans).

» Ces transformations, chez un même individu, nous paraissent indiquer que l'on ne peut accorder, comme le voudraient MM. von Marenzeller et de Saint-Joseph, une importance primordiale à la distribution des soies, pour la délimitation des genres dans la famille des Cirratuliens.

» L'existence de ces formes *épitoques* dans une famille d'Annélides sédentaires nous semble, en outre, un fait important pour la Biologie générale. On remarque un parallélisme assez grand de cette métamor-

phose avec ce que l'on sait sur les transformations analogues, chez les Lycoridiens et les Syllidiens ([1]). Nous reviendrons du reste sur les points spéciaux de cette comparaison dans un Mémoire détaillé. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expérience établissant la longue conservation de la virulence du venin des Serpents.* Note de M. **P. Maisonneuve**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Désireux de contribuer à résoudre la question, encore controversée, relative à la conservation de la virulence du venin des Serpents, j'ai profité de l'occasion favorable que m'offrait un spécimen de dimension inusitée de la Vipère commune (*Vipera aspis* Merr.), que possède le Musée zoologique de notre Faculté libre des Sciences d'Angers. Cet échantillon, renfermé dans un bocal d'alcool depuis plus de vingt ans, mesure, en effet, $1^m,10$ de long!

» J'enlevai l'un des crochets à venin de la Vipère, lequel n'avait pas moins de 9^{mm} de longueur, et l'enfonçai tout entier sous la peau de la cuisse d'un moineau. L'opération fut pratiquée à 10^h du matin. A $11^h 30^m$, aucun symptôme particulier, annonçant que le venin eût agi sur l'organisme de l'oiseau, ne s'était encore montré, et il semblait naturel d'en conclure que le venin, mis au contact de l'alcool depuis tant d'années, avait perdu toute activité.

» Cependant, je pensai que peut-être le poison, renfermé dans le canal de la dent, avait pu rester par là même soustrait à l'action du sang ou des autres liquides épanchés au niveau de la blessure faite à l'oiseau, et, par suite, n'avait pu être entraîné dans le système circulatoire. La suite de l'expérience prouvera que mon idée était juste.

([1]) Des formes *épitoques* paraissent exister aussi chez les Phyllodociens. M. de Saint-Joseph a publié à ce sujet (*Ann. Sc. nat., Zoologie,* 7e série, t. V, p. 310) une intéressante observation qui n'a pas été suffisamment remarquée. *Mystides limbata* Saint-Joseph, à l'état de maturité sexuelle, présente, dans tous les anneaux de la région moyenne du corps, un faisceau de longues soies capillaires natatoires qu'on ne retrouve pas normalement chez les autres *Phyllodociens*. M. de Saint-Joseph incline, avec raison, à le considérer comme surajouté au moment de la maturation des produits génitaux. Il cite aussi quelques observations antérieures, faites par divers auteurs (Malmgren sur *Eulalia problema* Mmgr.; Verrill, Webster et Benedict sur *Eulalia gracilis* Verr.; Pruvot sur *Phyllodoce* Sp.) et qu'il croit devoir interpréter dans le même sens.

» Je retirai la dent des chairs de l'oiseau et, avec une fine aiguille, je détachai une faible portion de la matière concrétée dans le canal même de la dent. En avais-je 1^{mgr} au bout de mon aiguille? Cela devait être tout au plus.

» C'est à $11^h 30^m$ que j'introduisis cette parcelle sous la peau de la cuisse de mon moineau.

» A midi, l'oiseau perd de sa vivacité; il reste immobile dans un coin de sa cage. Il n'y a cependant pas encore paralysie; quand on l'agace, il fait quelques pas.

» A $12^h 30$, ses plumes se hérissent, l'oiseau fait le gros. Il reste complètement immobile et ferme les yeux.

» A $1^h 30^m$, quand on l'excite, il se redresse et peut encore se tenir perché sur le doigt de la main. Il a l'air de dormir et semble plongé dans un état de torpeur profonde, dont il est difficile de le faire sortir.

» Survient un mouvement tétanique de la tête, laquelle se reporte fortement en arrière, position qu'elle garde pendant une demi-minute, après quoi elle reprend sa position première.

» A $1^h 45^m$, l'oiseau s'incline du côté droit et semble devoir tomber de ce côté, malgré les tentatives que je fais pour le remettre d'aplomb.

» Il est à remarquer que c'est de ce même côté que le venin a été introduit sous la peau.

» A $1^h 55^m$, l'oiseau est toujours plongé dans une profonde torpeur. Cependant, si on le lance en l'air, il étend instinctivement les ailes, mais volète avec peine pour se laisser aussitôt retomber sur le sol. Quand il est à terre, en le poussant, on le détermine difficilement à faire un ou deux pas.

» A 2^h, l'oiseau vient de faire de lui-même quelques pas comme poussé par une force invincible.

» A $2^h 5^m$, il tourne sur lui-même horizontalement en se dirigeant vers le côté qui a été le siège de l'inoculation, c'est-à-dire de gauche à droite. Puis surviennent, coup sur coup, deux mouvements tétaniques de la tête en arrière et la petite bête tombe sur le côté droit.

» Un instant après, il se produit de violents mouvements de contraction des ailes, des pattes, du cou, et l'oiseau tombe sur le dos.

» Un dernier frémissement des ailes et de la queue et puis tout est fini. Il est $2^h 7^m$. Il s'est, par conséquent, écoulé deux heures trente-sept minutes entre l'inoculation du venin et la mort de l'oiseau.

» Ainsi, voilà un fait qui établit, ce me semble, d'une façon irréfutable, que le venin des Serpents peut se conserver de nombreuses années sans perdre ses redoutables propriétés, puisque l'animal, sur lequel a été prise la parcelle de venin qui a servi à l'expérience, était conservé en alcool depuis au moins vingt ans.

» De là, il faut tirer une autre conclusion, à savoir que l'on ne doit manier qu'avec une grande prudence les têtes de serpents venimeux, qu'il s'agisse de pièces préparées à l'état sec ou d'animaux plongés dans un liquide conservateur. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les poches sécrétrices schizo-lysigènes des Myoporacées.* Note de M. **John Briquet**, présentée par M. Guignard.

« Les Myoporacées sont pourvues de poches sécrétrices, signalées dans l'écorce et la moelle des tiges, ainsi que dans le mésophylle des feuilles. Nous avons, en outre, découvert dans le phelloderme secondaire des racines des poches de formation tardive, que l'on peut qualifier de *tertiaires*.

» Ces poches ont fait l'objet de nombreux travaux destinés à élucider soit leur genèse, soit le mode de sécrétion de l'huile. Sur ces deux questions, les observateurs sont divisés en deux camps. Les uns admettent que les poches se forment dans un nodule sécréteur dont les éléments cellulaires résorbent leurs membranes en procédant du centre à la périphérie. C'est la théorie *lysigène* défendue par De Bary, Martinet et M. Pokorny. Les autres soutiennent que les poches débutent par un idioblaste qui donne, par divisions successives, naissance au tissu sécréteur. La cavité centrale qu'entoure l'épithélium sécréteur se forme par écartement des éléments sans qu'il y ait destruction de cellules : processus appelé *schizogène*. C'est la manière de voir de M. Van Tieghem et de Melle Leblois. Si nous envisageons le mode de sécrétion, nous verrons que les opinions ne sont pas moins divergentes. Pour Melle Leblois, l'huile apparaît sous forme de gouttelettes *dans* les cellules épithéliales mêmes, pour filtrer de là *à travers* les membranes dans la cavité centrale. Au contraire, M. Pokorny assure n'avoir jamais vu d'huile dans les cellules. Cet auteur, qui admet l'origine lysigène des poches, ne s'explique d'ailleurs pas sur le lieu de formation et le mode de sécrétion de l'huile.

» Une monographie anatomique des Myoporacées, actuellement terminée, nous a amené à étudier en détail, sur de riches matériaux desséchés et surtout sur le vif, les points qui ont eu le privilège de mettre un tel désaccord parmi les observateurs.

» Le seul argument sur lequel s'appuient les partisans de la théorie lysigène se réduit au fait que les poches n'ont pas un épithélium lisse, mais que la surface porte presque toujours des lambeaux de parois, lesquels seraient des restes de cellules internes désorganisées. Mais on peut se demander si cette apparence n'est pas due à la façon dont on exécute la préparation, étant donnée surtout l'extrême délicatesse des tissus que l'on étudie, au moins au début.

» Cette supposition s'est montrée entièrement confirmée par nos recherches, qui vérifient les indications de M. Van Tieghem et de M[lle] Leblois. Les poches prennent naissance dans un idioblaste dont les divisions successives produisent l'épithèle ; l'écartement des éléments épithéliaux aboutit à la formation de la cavité centrale. Nous renonçons ici à entrer dans le détail de nos descriptions qui ne s'écartent que sur des points secondaires de celles des deux botanistes qui nous ont précédé. Où nous nous séparons entièrement de M[lle] Leblois, c'est sur la deuxième question, celle du mode de sécrétion de l'huile.

» M[lle] Leblois assure qu'à *l'intérieur* des cellules « on rencontre des » gouttelettes huileuses de grosseurs très variables. Ces substances sécrétées » *traversent* ensuite les minces parois qui les séparent de l'espace intercellu- » laire et s'accumulent dans cette cavité. » Or, un examen plus approfondi montre que les gouttes en apparence situées *dans* les cellules, ont été *transportées* mécaniquement hors des poches pendant la dissection du tissu. Quant aux membranes, bien loin de rester aussi minces qu'elles l'étaient au moment de la formation de la cavité, elles ne tardent pas à *s'épaissir* légèrement. L'épaississement commence habituellement vers le milieu de la paroi limite de la cavité, et progresse de là à droite et à gauche. Les parois en question deviennent ainsi bientôt *bombées* du côté de la cavité. En même temps que la paroi s'épaissit, elle se modifie chimiquement et physiquement. Elle prend une coloration d'un blanc grisâtre, devient molle, et se laisse amplifier d'une façon exagérée par les agents gonflants (KOH, hydrate de chloral, réactif de Schweizer, SO^4H^2, etc.) : elle commence à se *gélifier*. On voit ensuite apparaître à son intérieur des lignes plus foncées parallèles à la surface, ou des cavités plus irrégulières, qui gagnent graduellement en grosseur, et *dans* lesquelles s'accumule de l'huile. A partir de ce moment, la gélification devient telle que la membrane semble se dissoudre. On la reconnaît cependant en lui faisant absorber des matières colorantes (rouge congo). Les dépôts d'huile soulèvent la membrane du côté de la cavité centrale en formant des sortes de bonnets. Finalement, la paroi se résout en une gelée amorphe; celle-ci se répand dans la cavité centrale en entraînant les gouttelettes d'huile qui se sont formées à son intérieur. Les gouttelettes, en se réunissant, arrivent à constituer des gouttes de grosseur relativement considérable.

» Parfois, la gélification attaque les parois latérales des éléments ou même toutes les parois : on voit finalement les cellules entourées d'une gelée mucilagineuse flotter, pour ainsi dire, contre les parois de la cavité.

Dans ce dernier cas, le contenu tout entier de la cellule est entraîné dans la cavité centrale. Aussi retrouve-t-on plus tard dans cette cavité des amas protoplasmiques et même des noyaux que l'on peut mettre en évidence par le réactif de Millon et les colorants ordinaires.

» Le lieu de formation de l'huile est donc toujours situé *dans les membranes en voie de gélification*. Dans aucun cas nous n'avons observé une formation d'huile dans les cellules avec filtration consécutive à travers les membranes plasmiques et les parois cellulosiques.

» M. Van Tieghem et Melle Leblois ont indiqué que les noyaux des éléments épithéliaux internes se tiennent avec une grande constance *au voisinage* des parois limitant la cavité centrale, mais sans en donner la raison. Nous aussi, nous avons constaté cette position particulière du noyau; et nous croyons pouvoir ajouter que la gélification des membranes qui limitent la cavité centrale et la sécrétion dont elles sont le siège *constituent une activité à laquelle le noyau n'est pas étranger*. En d'autres termes, il existerait une relation entre la position et les fonctions du noyau dans les cellules épithéliales. Le noyau jouerait un rôle quelconque dans les modifications que subissent les membranes. Dans plusieurs de nos figures, on voit le boursouflement local de la membrane commencer à l'endroit même contre lequel le noyau est appliqué. C'est donc là un cas nouveau d'activité nucléaire, dont les détails ne peuvent d'ailleurs pas être précisés, à ajouter à ceux qui ont été décrits, il y a quelques années, par M. Haberlandt.

» Les faits qui viennent d'être passés en revue ne permettent pas de dire, avec M. Van Tieghem et Melle Leblois, que le développement des poches sécrétrices est purement *schizogène* chez les Myoporacées. Les débuts sont sans doute schizogènes, mais le mode d'évacuation de l'huile dans la cavité centrale et la gélification des membranes entraînent un agrandissement de la poche par voie *lysigène*. Les poches des Myoporacées appartiennent donc à cette catégorie appelée par M. Tschrich *schizo-lysigène*.

» Ces résultats ont un grand intérêt en ce sens que les recherches de M. Tschirch et de M. Sieck ont établi l'existence de phénomènes très semblables, et parfois identiques à ceux que nous avons décrits dans plusieurs autres groupes très différents de Dicotylédones (Aurantiées, Anacardiacées, Diptérocarpées, Hamamélidées, etc.). Le processus *schizo-lysigène* paraît dès lors être très généralement répandu, et les idées régnantes sur les derniers développements et le mode de fonctionnement des poches sécrétrices devoir se modifier sensiblement. »

GÉOLOGIE. — *Sur les résultats des recherches du charbon minéral, récemment faites en Sibérie.* Note de M. le général **Vénukoff**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« La construction du grand chemin de fer transsibérien, qui se fait aux frais de l'État russe et sous la direction d'un Comité que S. M. l'Empereur Nicolas préside personnellement, est accompagnée de plusieurs missions scientifiques : topographiques, géologiques, statistiques et autres. On veut, non seulement bâtir une voie ferrée de 7600^{km} de longueur, mais aussi peupler les provinces qu'elle traverse. Les recherches géologiques ont une importance particulière, car il s'agit de garantir au chemin de fer les dépôts de matières combustibles (charbon, naphte, bois) qui ne se trouvent pas partout. Jusqu'à la fin de 1895, on a déjà découvert et décrit 54 groupes de mines de charbon ou de lignite, qui peuvent être exploités au profit du chemin de fer : cela donne en moyenne *un* dépôt naturel de combustible sur 140^{km} de rails, ce qui est suffisant. Mais la distribution de ces dépôts dans le pays n'est pas régulière. Dans la Sibérie occidentale, entre l'Oural et l'Altaï, il n'y a pas de mines de charbon, ni de naphte, et le bois est assez rare. Quant à la distance entre l'Oural et l'Altaï, le long du chemin de fer, elle est égale à 1450^{km}, ce qui dépasse la distance entre la Manche et la Méditerranée : il faut donc chercher du charbon.

» Le Comité directeur l'a bien compris et a organisé les recherches sur une vaste échelle. Pendant l'année 1896 seule, il a ouvert aux ingénieurs des mines un crédit de 500000^{fr} (125 000 roubles) pour la continuation de leurs recherches. Les explorateurs ont pénétré jusqu'aux bords de la mer d'Okhotsk, où ils ont trouvé non seulement du charbon, mais aussi de l'or dont l'exploitation attirera, sans doute, des colons. Voici les principaux groupes de mines de houille qu'on a déjà trouvés dans la région de la Sibérie traversée par le chemin de fer.

» 1. Dans les *steppes de Kirghizes*, un peu au sud de la voie ferrée et de l'Irtyche, où l'exploitation des mines était commencée depuis plusieurs dizaines d'années pour les besoins des usines métallurgiques locales, la plus rapprochée de l'Irtyche est celle de Gratchevo (7^{km}), mais la plus riche en charbon de bonne qualité (90 pour 100) est la mine de Djaman-taou. Puis on trouve du charbon à Taldyskoul, à Alka-sor, à Kizyl-taou, etc. Grâce aux fleuves Irtyche et Ichime, le charbon de ces mines peut être facilement transporté à Omsk et à Petropavlovsk, deux stations importantes de la voie transsibérienne ; mais il coûtera cher.

» 2. Dans l'*Altaï*, le bassin de Kouznetzk, arrosé par la Tome jouit d'une grande célébrité. On y trouve de nombreuses mines de charbon, tantôt de l'âge jurassique, tantôt du carbonifère. Les couches de combustible atteignent quelquefois 4^m d'épaisseur. Quelques-unes de ces mines sont déjà exploitées pour les besoins des usines métallurgiques, par exemple les mines de Batchow et de Koultchouguin qui ont donné :

	B.	K.
En 1890	574,300	504,300 poudes (¹)
1891	505,650	642,768 »
1892	598,332	594,745 »

» MM. les professeurs de géologie Inostrantzeff et P. Vénukoff ont récemment exploré plusieurs mines de charbon dans le district de Kouznetzk, quelquefois à la distance de 40^{km} à 60^{km} du chemin de fer transsibérien : ils ont prouvé, une fois de plus, que le charbon est excellent pour le chauffage des locomotives. Il a de 65 à 70 pour 100 de carbone et pas de soufre.

» 3. Dans le bassin du *Yénissey* on trouve de nombreuses mines de charbon, et avant tout dans la vallée même de ce fleuve, non loin de Krasnoyarsk, où le chemin de fer traverse le grand courant nord asiatique. C'est ici que commence seulement le règne des lignites tertiaires. Pour trouver la houille de meilleure qualité, il faut descendre le Yénissey jusqu'à l'embouchure de la basse Toungouzka et même remonter une partie de cette rivière. On y trouve non seulement un excellent charbon, mais des masses énormes de graphite. Les bords de l'Oka, affluent de l'Angara, nous offrent de vastes dépôts de lignite de bonne qualité, qui forment des couches de 2^m d'épaisseur; il brûle assez bien. On a déjà exploré les mines de ce lignite en soixante-quinze endroits divers, surtout non loin de l'embouchure de la Zima, affluent de l'Oka. Les monts Sayan sont encore mal explorés; mais on y trouve des mines de graphite (Aliber), ce qui a inspiré à certains voyageurs l'idée que le charbon aussi n'y manque pas.

» 4. Des deux côtés du *Baïkal*, le charbon se trouve dans plusieurs endroits. Il existe d'abord dans la vallée de l'Angara, au nord d'Irkoutsk, aux environs d'Oussolié; ensuite, on trouve des couches de houille sur les bords sud-ouest du lac même, à l'embouchure de la Mourine et dans d'autres lieux. Plus au sud, dans le bassin de la Sélenga, entre les villes Verkhnéoudinsk et Sélenguinsk, on connaît depuis longtemps des couches de charbon minéral qui ont brûlé pendant plusieurs années. Leur âge géologique n'est pas encore déterminé.

» 5. Au delà du *Yablonovoï-khrébète*, aux sources de l'Amour et de ses affluents supérieurs, les mines de charbon sont assez fréquentes, mais elles sont mal étudiées : c'est là que travaillent maintenant les géologues-explorateurs. D'ailleurs, plusieurs mines y sont connues depuis longtemps (XVIIIᵉ siècle) sans être explorées. Telle est celle de l'Oreï, affluent de l'Akcha et, par conséquent, de l'Onon, de la Chilka et de l'Amour : on y trouve du lignite, au milieu duquel s'étaient conservés des morceaux de bois. Telles sont les mines Kouloussoutaï et de Douroï, trouvées en 1742 et exploitées plusieurs fois, sans grand succès. Le charbon de Douroï se trouve dans une posi-

(¹) Un poude est égal à $16^{kgr},25 = \frac{1}{62}$ de tonne.

tion favorable pour être expédié très loin, car il n'est pas éloigné des bords de l'Argoune, tributaire de l'Amour. Sur les bords de la Chilka, on espère commencer l'exploitation du charbon, dont les traces ont été signalées aux environs de Chilkinsky-Zavod; mais, cela n'est pas encore certain, car la mine n'est pas encore explorée suffisamment.

» 6. Enfin, les vallées de l'*Amour* et de plusieurs de ses affluents sont très riches en charbon. Aux environs (7^{km}) de Blagoviéstchensk, on trouve du charbon (médiocre) dans le lit même du fleuve d'Amour. Au nord de la même ville, on le trouve dans la vallée de la Zeya, non loin de sa jonction avec la Silindja; dans la vallée de la Boureya, les couches de charbon, presque verticales, sont connues dans trois ou quatre endroits. Aux environs de la stanitza Innokéntieva, sur l'Amour, les dépôts superficiels de lignite sont déjà exploités par les habitants de ce village; ils ont 1^{m} d'épaisseur. Près du village Novo-Mikhaïlovo, sur l'Amour inférieur, on trouve une série de couches de 2^{m} d'épaisseur totale. Aux environs de Vladivostok, tête de ligne transsibérienne, les mines de charbon abondent; on les trouve aux bords de la mer du Japon, dans les golfes de Possiet, d'Oussouri et d'Amour, dans la vallée de Souifoun, aux embouchures des rivières Sédimi, Mangougaï et Amba-bira, sur l'île Poutiatin, sur les côtes des baies Striélok, Olga, etc., etc.

» 7. Sur le charbon de *Sakhalien*, il n'y a rien à dire : il est connu depuis quarante ans et exploité en grand, pour fournir le combustible aux navires russes, japonais et européens, dans la mer du Japon et même en Australie. Actuellement on s'intéresse aux mines trouvées, cette année même, sur les côtes de la mer d'Okhotsk, au voisinage immédiat des mines d'or. Il faut attendre la publication du rapport de M. Bogdanowitch, géologue-explorateur déjà connu par ses découvertes au Khorossan, au Thibet et dans la Sibérie occidentale, et qui travaille maintenant à Okhotsk et à Oudskoï. Mais cette contrée est déjà éloignée de la voie transsibérienne, de même que le nord de Sakhalien, où l'on trouve du naphte. »

M. E. **Jaggi** adresse une Note relative à la variation périodique des latitudes observées.

M. **Chapel** adresse une Note relative à la coïncidence entre la production du typhon du 10 septembre et la rencontre d'un essaim cosmique par la Terre.

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 septembre 1896.

L'heure décimale et la division de la circonférence, par Henri de Sarrauton. Oran, Fouque et Cie; Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 br. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie (fondé en 1809). Rédacteur principal : M. Riche. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale, chirurgicale, obstétricale et pharmaceutique. Directeur scientifique : Albert Robin, membre de l'Académie de Médecine, etc. 5e livraison, 15 septembre 1896.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : Louis Olivier, docteur ès sciences. N° 17, 15 septembre 1896. Paris, G. Carré et C. Naud : 1 fasc. gr. in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique. Tome XIV, quatrième fascicule. Bruxelles, Hayez, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin météorologique et séismique de l'observatoire impérial de Constantinople. Février 1896. Constantinople, Garabect, 1896; 1 fasc. in-4°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1896, juin-juillet. Cracovie, in-8°; 2 fasc. in-8°.

Report of the sixth meeting of the Australasian Association for the advancement of Science, held at Brisbane, Queensland, January 1894. Sole editor : John Shirley, B. Sc. Vol. VI. *The University.* Sydney; 1 vol. in-8°.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. LXII. Band, 1895; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 septembre 1896.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Paris, G. Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Catalogue de 5618 *points de la Russie occidentale, dont la position géographique a été déterminée pendant les travaux géodésiques de* 1880-1892. II.

Rédaction du lieutenant Gilinsky. Édition de la Section topographique de l'État-Major général. Saint-Pétersbourg, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Cornu.)

Catalogue de 2122 points astronomiques et trigonométriques en Finlande, au sud du 61ᵉ parallèle. Travaux de 1860-96. Édition de la Section topographique de l'État-Major général. Saint-Pétersbourg, 1896; 1 vol, in-4°. (Présenté par M. Cornu.)

Flore de Vendée, par M. J.-J. Douteau, de Chantonnay (Vendée), professeur suppléant d'Histoire naturelle à l'École de Médecine et de Pharmacie de Nantes, etc. Paris, 1896; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Chatin.)

Association française pour l'avancement des Sciences fusionnée avec l'Association scientifique de France (fondée par Le Verrier en 1864). *Compte rendu de la vingt-cinquième session*. Première Partie. *Documents officiels. Procès-verbaux*. Paris, G. Masson, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1895. Paris, Imprimerie Nationale, 1896; 1 vol. in-4°.

Tableaux mensuels de la Statistique municipale de la ville de Paris. Avril 1896. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Statistique sanitaire des villes de France et d'Algérie. Juin 1896. Melun; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux. 1er et 2e fascicule, 1896. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. N° 9. 15 septembre 1896. Genève. Paris, G. Masson, 1896; 1 vol. in-8°.

Transactions of the clinical Society of London. Volume the twenty-ninth. London, Longmans, Green and C°, 1896; 1 vol. in-8°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. Tacchini. Settembre 1896. Roma, G. Bertero, 1896; 1 fasc. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 OCTOBRE 1896,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Recherches sur les propriétés explosives de l'acétylène; par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« L'acétylène est un composé endothermique, dont la décomposition en éléments dégage à peu près la même quantité de chaleur que la combustion d'un volume égal d'hydrogène, formant de la vapeur d'eau. Ce caractère, découvert par M. Berthelot, l'a conduit à faire détoner l'acétylène au moyen de l'action excitatrice de l'amorce au fulminate de mercure, en opérant à volume constant (*Sur la force des matières explosives*, t. I, p. 109).

» L'importance industrielle acquise récemment par l'acétylène dans l'éclairage nous a engagés à rechercher les conditions précises dans lesquelles ses propriétés explosives étaient susceptibles de se manifester, et, par conséquent, à signaler les précautions que réclame son emploi pour la pratique.

» I. *Influence de la pression.* — Sous la pression atmosphérique et à pression constante l'acétylène ne propage pas, à une distance notable, la décomposition provoquée en un de ses points. Ni l'étincelle, ni la présence d'un point en ignition, ni même l'amorce au fulminate, n'exercent d'action, au delà du *voisinage de la région soumise directement à l'échauffement ou à la compression*. MM. Maquenne (¹) et Dixon ont publié, sur ce point, des observations intéressantes.

» Or nous avons observé qu'il en est tout autrement, dès que la condensation du gaz est accrue, et sous des pressions *supérieures à deux atmosphères*. L'acétylène manifeste alors les propriétés ordinaires des mélanges tonnants. Si l'on excite sa décomposition par simple ignition en un point, à l'aide d'un simple fil de platine ou de fer, porté à l'incandescence au moyen d'un courant électrique, elle se propage dans toute la masse, sans affaiblissement appréciable.

» Nous avons observé ce phénomène sous des longueurs de 4^m, dans des tubes de 20^{mm} de diamètre. Cette propriété peut être rapprochée de l'abaissement de la limite de combustibilité des mélanges tonnants sous pression : elle est vraisemblablement générale dans les gaz endothermiques.

» *Décomposition de l'acétylène gazeux.* — Le Tableau suivant renferme les pressions et les durées de réaction, observées lors de l'inflammation de l'acétylène au moyen d'un fil métallique rougi au sein de la masse gazeuse, sous diverses pressions initiales :

Numéros de l'expérience.	Pression initiale absolue (kg par c.q.).	Pression observée aussitôt après réaction.	Durées de réaction en millièmes de seconde.	Rapport des pressions initiales et finales.
	kg.	kg	ms	
{ 38	2,23	8,77	»	3,93
{ 43	2,23	10,73	»	4,81
{ 28	3,50	18,58	76,8	5,31
{ 31	3,43	19,33	»	5,63
{ 39	5,98	41,73	66,7	6,98
{ 26	5,98	43,43	»	7,26
{ 32	5,98	41,53	45,9	6,94
{ 25	11,23	92,73	26,1	8,24
{ 40	11,23	91,73	39,2	8,00
{ 29	21,13	21,37	16,4	10,13
{ 30	21,13	21,26	18,2	10,13

(¹) *Comptes rendus*, CXXI, 1895.

» La dernière vitesse est encore très inférieure à celle de l'onde explosive dans le mélange oxhydrique.

» Après la réaction, si l'on ouvre l'éprouvette en acier, munie d'un manomètre Crusher, dans laquelle a été opérée la décomposition, on la trouve entièrement remplie d'un charbon pulvérulent et volumineux, sorte de suie légèrement agglomérée, qui épouse la forme du récipient et peut en être retirée sous la forme d'une masse fragile. Quant au gaz provenant de la décomposition, il a été trouvé formé d'hydrogène pur. Aussi la pression finale, après refroidissement, est-elle exactement égale à la pression initiale.

» La décomposition s'effectue donc suivant la formule théorique

$$C^2H^2 = C^2 + H^2.$$

» Le Tableau ci-dessus montre que, sous des pressions initiales de 21^{kg} environ, tensions égales à la moitié de la tension de vapeur saturée de l'acétylène liquide, à la température ambiante de 20°, l'explosion décuple la pression initiale.

» La température développée au moment de la décomposition explosive peut être évaluée de la façon suivante.

» La chaleur produite serait de $+ 58^{Cal},1$, si le carbone se séparait à l'état de diamant; mais pour l'état de carbone amorphe, elle se réduit à $+ 51^{Cal},4$. D'autre part, la chaleur spécifique à volume constant de l'hydrogène, H^2, à haute température, est représentée, d'après nos expériences, par la formule

$$4,8 + 0,0016\,(t - 1600).$$

» Admettons la chaleur spécifique moyenne, déterminée par M. Violle pour les hautes températures, nous aurons pour $C^2 = 24^{gr}$ la valeur

$$8,4 + 0,00144\,t.$$

» D'après ces nombres réunis et l'équation du second degré correspondante, la température de la décomposition à volume constant serait

$$t = 2750° \text{ environ.}$$

» Enfin la pression développée serait onze fois aussi grande que la pression initiale; ce qui s'accorde suffisamment avec les résultats observés sous des pressions initiales de 21^{kg}, pressions assez fortes sans doute pour que le refroidissement produit par les parois puisse être négligé.

» Pour des pressions moindres, le refroidissement intervient en abaissant les températures, dont la vitesse des réactions est fonction, et même fonction variant suivant une loi très rapide.

» Ainsi, la durée de la décomposition de l'acétylène décroît rapidement, à mesure que la pression augmente, et cela non seulement à cause de l'influence moindre du refroidissement, mais aussi par l'effet de la condensation. Observons, d'ailleurs, que le rapport entre la pression initiale et la pression développée est calculé ici d'après les lois des gaz parfaits. Or, ce rapport doit s'élever de plus en plus au delà de la limite précédente, quand les pressions initiales deviennent plus considérables, en raison de la compressibilité croissante du gaz; celle-ci faisant croître la densité de chargement plus vite que la pression, à mesure que le gaz s'approche de son point de liquéfaction.

» En même temps que la pression croît, la vitesse de la réaction, disons-nous, augmente, celle-ci s'accélérant avec la condensation gazeuse et l'on tend de plus en plus à se rapprocher de la limite relative à l'état liquide. Ce sont là des relations générales, établies par les recherches de M. Berthelot ([1]), et notamment par ses expériences sur la formation des éthers. L'acétylène liquéfié en fournit de nouvelles vérifications.

» *Décomposition de l'acétylène liquide.* — En effet, la réaction se propage également bien dans l'acétylène liquide, même en opérant par simple ignition, au moyen d'un fil métallique incandescent.

» Dans une bombe en acier, de $48^{cc},96$ de capacité, chargée avec 18^{gr} d'acétylène liquide (poids évalué d'après le poids de charbon recueilli), on a obtenu la pression considérable de 5564^{kg} par centimètre carré.

» Cette expérience conduit à attribuer à l'acétylène une force explosive de 9500, c'est-à-dire voisine de celle du coton-poudre. La bombe renferme un bloc de charbon, aggloméré par la pression, à cassures brillantes et conchoïdales. Ce charbon ne renferme que des traces de graphite, d'après l'examen qu'a bien voulu en faire M. Moissan.

» La décomposition de l'acétylène liquide par ignition simple est relativement lente. Dans une expérience (n° 41) pour laquelle la densité de chargement était voisine de 0,15, la pression maximum de 1500^{kg} par centimètre carré a été atteinte en $9^{ms},41$ (9 millièmes de seconde). Le tracé recueilli sur un cylindre enregistreur indique un fonctionnement statique de l'appareil crusher, en deux phases distinctes, l'une durant environ

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 94.

un millième de seconde (soit $1^{ms},17$), élève la pression à 553^{kg}; la deuxième phase, plus lente, conduit la pression à 1500^{kg}, au bout de $9^{ms},41$, en tout. Ces deux phases répondent, probablement, l'une à la décomposition de la partie gazeuse, l'autre à celle de la partie liquide.

» Nous avons retrouvé les mêmes caractères de discontinuité dans plusieurs tracés, concernant la décomposition de mélanges gazeux et liquides.

» Il résulte de ce qui précède que toutes les fois qu'une masse d'acétylène gazeuse ou liquide, *sous pression*, et surtout à volume constant, sera soumise à une action susceptible d'entraîner la décomposition de l'un de ses points, et, par suite, une élévation locale de température correspondante, la réaction sera susceptible de se propager dans toute la masse. Il reste à examiner dans quelles conditions cette décomposition en éléments peut être obtenue.

» II. *Effets de choc.* — On a soumis au choc, obtenu soit par la chute libre du récipient, soit par l'écrasement au moyen d'un mouton, des récipients en acier de 1^{lit} environ, chargés, les uns d'acétylène gazeux comprimé à 10 atmosphères, les autres d'acétylène liquide, à la densité de chargement 0,3 (300^{gr} au litre) :

» 1° La chute réitérée des récipients tombant d'une hauteur de 6^{m} sur une enclume en acier de grande masse n'a donné lieu à aucune explosion.

» 2° L'écrasement des mêmes récipients, sous un mouton de 280^{kg} tombant de 6^{m} de hauteur, n'a produit ni explosion ni inflammation, dans le cas de l'acétylène gazeux comprimé à 10 atmosphères.

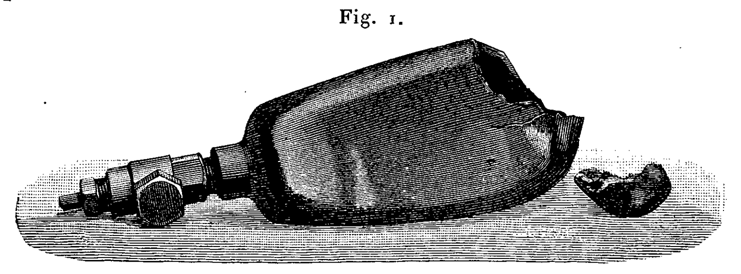
» Pour l'acétylène liquide, dans notre expérience, le choc a été suivi à un faible intervalle d'une explosion. Ce phénomène paraît attribuable, non à l'acétylène pur, mais à l'inflammation du mélange tonnant d'acétylène et d'air, formé dans l'instant qui suit la rupture du récipient. L'inflammation est déterminée sans doute par les étincelles que produit la friction des pièces métalliques projetées. Ce qui nous amène à cette opinion, c'est l'examen de la bouteille. En effet, celle-ci a été simplement rompue par le choc, sans fragmentation (voir *fig.* 1), ni trace de dépôt charbonneux; d'où il résulte que l'acétylène n'a pas été décomposé en ses éléments, mais qu'il a simplement brûlé sous l'influence de l'oxygène de l'air.

» De semblables inflammations, consécutives à la rupture violente d'un récipient chargé de gaz combustible, ont, du reste, été observées dans de nombreuses circonstances, et notamment dans certaines ruptures de récipients chargés d'hydrogène, comprimé à plusieurs centaines d'atmosphères.

» 3° Une bouteille en fer forgé, chargée d'acétylène gazeux comprimé à 10 atmosphères, a subi également sans explosion le choc d'une balle animée

d'une vitesse suffisante pour perforer la paroi antérieure et déprimer la seconde paroi.

Fig. 1.

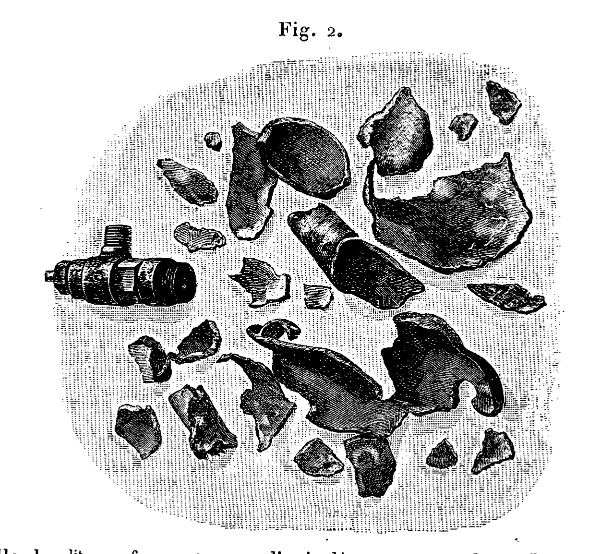


300^{gr} acétylène liquide; mouton pesant 280^{kg}; 6^{m} de chute.

» 4° Détonation par une amorce au fulminate.

» Une bouteille de fer, chargée d'acétylène liquide, a été munie d'une douille mince, permettant d'introduire une amorce de 1^{gr},5 de fulminate de mercure, au milieu du liquide. Le tout a détoné avec violence, par l'inflammation de l'amorce. La fragmentation de la bouteille présentait les caractères observés dans l'emploi des explosifs proprement dits. C'est ce que montre la *fig.* 2. Les débris sont recouverts de carbone, provenant de la décomposition de l'acétylène en ses éléments.

Fig. 2.



Bouteille de 1^{lit}, renfermant 290^{gr} d'acétylène; amorce de 1^{gr},5 de fulminate.

» III. *Effets calorifiques*. — Plusieurs causes d'élévation de température locale paraissent devoir être signalées dans les opérations industrielles de préparation, ou d'emploi de l'acétylène.

» 1° La première résulte de l'attaque du carbure de calcium en excès par de petites quantités d'eau, dans un appareil clos. M. Pictet a rapporté un accident de cette nature. Il y a lieu dès lors de redouter, dans la réaction de l'eau sur le carbure, des élévations de température locales, susceptibles de porter quelques points de la masse à l'incandescence : l'ignition de ces points suffisant, d'après les expériences que nous venons d'exposer, pour déterminer l'explosion de toute la masse du gaz comprimé.

» L'élévation locale de la température ainsi provoquée peut d'ailleurs développer des effets successifs, c'est-à-dire déterminer d'abord la formation des polymères condensés de l'acétylène (benzine, styrolène, hydrure de naphtaline, etc.), étudiés en détail par l'un de nous (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XII, p. 52; 1867). Cette formation même dégage de la chaleur, et la température s'élève ainsi, dans certaines conditions, jusqu'au degré où la décomposition de l'acétylène en ses éléments devient totale, et même explosive.

» 2° D'autres causes de danger, dans les opérations industrielles, peuvent résulter des phénomènes de compression brusque, lors du chargement des réservoirs du gaz; ainsi que des phénomènes de compression adiabatique, qui accompagnent l'ouverture brusque d'un récipient d'acétylène sur un détendeur, ou sur tout autre réservoir de faible capacité. On sait, en effet, qu'il a été établi, par des expériences effectuées sur des bouteilles d'acide carbonique liquide, munies de leur détendeur, que l'ouverture brusque du robinet détermine, dans ce détendeur, une élévation de température susceptible d'entraîner la carbonisation de copeaux de bois, placés dans son intérieur. Dans le cas de l'acétylène, des températures de cet ordre pourraient entraîner une décomposition locale, susceptible de se propager, *a retro*, dans le milieu gazeux maintenu sous pression, et jusqu'au réservoir.

» 3° Un choc brusque, dû à une cause extérieure capable de rompre une bouteille, ne paraît pas de nature à déterminer directement l'explosion de l'acétylène. Mais la friction des fragments métalliques les uns contre les autres, ou contre les objets extérieurs, est susceptible d'enflammer le mélange tonnant, constitué par l'acétylène et l'air, mélange formé consécutivement à la rupture du récipient.

» En résumé, il nous a paru utile et nécessaire de définir plus complètement, au point de vue théorique, et par des expériences précises, le caractère explosif de l'acétylène, et de signaler, au point de vue pratique, quels accidents peuvent se produire, dans les conditions de son emploi.

Hâtons-nous d'ajouter que ces inconvénients ne sont pas, à nos yeux, de nature à compenser les avantages que présente cette matière éclairante, et à en limiter l'usage. Il est facile, en effet, de parer à ces risques par des dispositions convenables, indiquées par nos expériences; telles que, d'une part, l'opérateur évite un écoulement trop brusque du gaz comprimé au travers des détendeurs, et que, d'autre part, il prenne soin d'absorber à mesure la chaleur produite par les compressions et réactions intérieures des appareils, de façon à y prévenir toute élévation notable de température. »

ÉLECTRICITÉ. — *Remarques sur une expérience de M. Birkeland;* par M. **H. Poincaré**.

« M. Birkeland, en soumettant un tube de Crookes à l'action d'un aimant très puissant, a observé certains phénomènes nouveaux, qu'il était tenté d'attribuer à une sorte d'attraction ou de répulsion que les pôles magnétiques exerceraient sur les rayons cathodiques (*Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, t. I, 4e période, juin 1896). Si un faisceau parallèle de rayons cathodiques est soumis à l'action d'un aimant rectiligne dont l'axe est parallèle à leur direction, ce faisceau devient convergent, et si la distance de l'aimant est convenable, il est concentré en un foyer très net, au point de fondre le verre en très peu de temps.

» Ce qui donne à cette observation son caractère paradoxal, c'est que les phénomènes ne changent pas quand on renverse les pôles de l'aimant.

» Cependant, en y réfléchissant un peu, on voit que tout peut s'expliquer sans faire intervenir aucune hypothèse nouvelle. Prenons l'axe des z parallèle au faisceau et passant par le pôle de l'aimant; considérons un rayon cathodique se dirigeant vers les z positifs; je le suppose situé dans le plan des xz du côté des x positifs; la force magnétique aura deux composantes, l'une Z parallèle à l'axe des z et dirigée vers les z positifs; elle est d'abord sans action; l'autre X parallèle à l'axe des x et dirigée vers les x négatifs; elle produit une déviation du rayon vers les y positifs par exemple; le rayon ainsi dévié a maintenant une composante η, parallèle à l'axe des y. La composante Z a alors une action sur cette composante η et produit une déviation du rayon vers les x négatifs; *d'où il résulte que le faisceau devient convergent.*

» Si l'on renverse les pôles de l'aimant, la composante X et par conséquent la composante η changent de signe; mais, comme la composante Z a également changé de signe, le rayon est toujours dévié vers les x négatifs et le faisceau reste convergent. Si, au contraire, on considère un faisceau *s'éloignant* de l'aimant, la même discussion prouve que, sous l'influence des mêmes causes, il devient divergent, ce qui est conforme aux expériences de M. Birkeland.

» Une discussion plus approfondie est nécessaire. Pour cela, nous écrirons les équations du rayon cathodique, en l'assimilant à une particule matérielle en mouvement rapide, chargée d'électricité; si l'hypothèse de Crookes n'est pas vraie, il semble bien que tout se passe comme si elle l'était.

» Supposons un seul pôle magnétique, que nous prendrons pour l'origine en conservant le même axe des z. Les équations s'écriront

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{\lambda}{r^3}\left(y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt}\right),$$
$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{\lambda}{r^3}\left(z\frac{dx}{dt} - x\frac{dz}{dt}\right),$$
$$\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{\lambda}{r^3}\left(x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}\right),$$
$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2;$$

où λ est un coefficient constant qui dépend de l'intensité de l'aimant et de la nature du rayon cathodique (c'est-à-dire, dans l'hypothèse de Crookes, de la masse de la particule matérielle en mouvement et de sa charge électrique.

» On trouve aisément

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = \mathrm{C},$$
$$r^2 = \mathrm{C}t^2 + 2\mathrm{B}t + \mathrm{A},$$

A, B et C étant trois constantes d'intégration.

» On trouve ensuite

$$y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt} = \frac{-\lambda x}{r} + a,$$
$$z\frac{dx}{dt} - x\frac{dz}{dt} = \frac{-\lambda y}{r} + b,$$
$$x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt} = \frac{-\lambda z}{r} + c,$$

a, b, c étant trois nouvelles constantes d'intégration liées aux trois premières par une relation simple.

» On tire de là

$$ax + by + cz = \lambda r,$$

ce qui prouve que le rayon reste sur un cône de révolution.

» Comme l'accélération est perpendiculaire à la vitesse et à la génératrice de ce cône, elle est normale au cône; d'où l'on doit conclure que *le rayon suit une ligne géodésique de ce cône de révolution.*

» En émanant de la cathode, loin de l'action de l'aimant, le rayon est sensiblement rectiligne et parallèle à l'axe des z; il a donc une asymptote rectiligne parallèle à l'axe des z.

» Soient

$$x = x_0, \qquad y = y_0$$

les équations de cette asymptote, V la vitesse du rayon. On aura

$$C = V^2; \qquad a = y_0 V; \qquad b = -x_0 V; \qquad c = \lambda.$$

» L'axe des z est donc une des génératrices du cône et le demi-angle au sommet du cône a pour sinus

$$\sin\omega = \frac{V}{\lambda}\sqrt{x_0^2 + y_0^2}.$$

» La plus courte distance du rayon cathodique à l'origine est égale à

$$\sqrt{x_0^2 + y_0^2}.$$

» Cela posé, remarquons que le rayon cathodique rencontrera l'axe des z en des points dont la distance à l'origine est

$$\frac{\sqrt{x_0^2 + y_0^2}}{\sin\varphi}, \qquad \frac{\sqrt{x_0^2 + y_0^2}}{\sin 2\varphi}, \qquad \frac{\sqrt{x_0^2 + y_0^1}}{\sin 3\varphi}, \qquad \ldots.$$

» L'angle φ est le développement total du cône, c'est-à-dire

$$\varphi = 2\pi \sin\omega.$$

» Remarquons toutefois que la rencontre n'a pas lieu dans la partie utile si

$$\varphi > \pi, \quad \sin\omega > \tfrac{1}{2}.$$

» De même, les seules rencontres effectives sont celles qui correspondent aux multiples de φ plus petits que π.

» Qu'arrive-t-il alors? La cathode a la forme d'un disque circulaire de rayon ρ. Supposons qu'on règle la distance de l'aimant au tube de telle façon que l'un des rayons émanés du bord du disque (et tel par conséquent que $x_0^2 + y_0^2 = \rho^2$) vienne rencontrer l'axe des z précisément au point où cet axe perce la paroi du tube. Tous les autres rayons émanés du bord du disque viendront, par raison de symétrie, passer par ce même point; le rayon central qui est rectiligne et suit l'axe des z y passera également; les rayons intermédiaires ne s'en écarteront que fort peu, de sorte que tous les rayons paraîtront concentrés comme au foyer d'une lentille.

» Chaque système de rayons pourra donner plusieurs foyers correspondant aux divers multiples de φ plus petits que π; de plus il y a, comme M. Birkeland l'a montré, plusieurs espèces de rayons cathodiques, correspondant à plusieurs valeurs de λ. M. Birkeland a en effet constaté plusieurs foyers qui paraissent plutôt dus à la seconde de ces causes.

» Comment se comportent alors ceux des rayons cathodiques pour lesquels λ a une valeur trop grande pour qu'il se forme des foyers? On peut d'abord penser que la distance r, après avoir décrû jusqu'à un certain minimum, croît ensuite de nouveau et que ce sont eux qui produisent les anneaux lumineux observés par M. Birkeland sur la paroi latérale du tube. Mais une difficulté se présente. D'après la théorie, pour les rayons émanés normalement du plan du disque de la cathode, le minimum de r est $\sqrt{x_0^2 + y_0^2}$; il ne devrait donc se former d'anneaux lumineux latéraux que quand la distance du pôle magnétique au tube est plus petite que le rayon du disque. Est-ce que la théorie est incomplète, parce que nous avons supposé un pôle magnétique unique; ou bien plutôt les anneaux lumineux sont-ils dus à des rayons émanés obliquement du *bord* du disque et correspondant à une grande valeur de λ. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les infections provoquées par les bacilles du groupe* Proteus *et sur les propriétés agglutinantes du sérum dans ces infections*. Note de MM. **Lannelongue** et **Achard**.

« Sous le nom de *Proteus*, les bactériologistes ont décrit des types microbiens nombreux et divers, qui forment un groupe assez mal délimité et auxquels on tend de plus en plus à attribuer un rôle en pathologie. Nous avons observé quelques faits cliniques dans lesquels des bacilles offrant les carac-

tères du *Proteus vulgaris* nous ont paru avoir pris part manifestement au processus morbide. Ces organismes se trouvaient deux fois dans les lésions d'une méningite putride, consécutive à des escarres sacrées chez des malades atteints de mal de Pott; ils y étaient associés au streptocoque. Deux autres fois, chez des enfants, ils existaient dans le pus fétide d'abcès mastoïdiens, associés chez l'un des malades à d'autres espèces.

» Ces microbes étaient doués d'une assez grande virulence et nous avons pu reproduire expérimentalement avec eux des lésions extrêmement variées, au moyen de doses relativement faibles et ne dépassant pas celles qu'il est nécessaire d'employer lorsqu'on expérimente d'autres microbes dont l'action pathogène est incontestée, comme les staphylocoques et les coli-bacilles. Ainsi nous avons pu amener la mort des lapins en injectant dans le sang quatre gouttes de bouillon de culture. Parmi les lésions produites au moyen d'inoculations locales, nous citerons : les phlegmons gangréneux, la péritonite, la pleurésie, l'arthrite suppurée, l'ostéomyélite, la broncho-pneumonie, l'infection urinaire, la suppuration cérébro-méningée, enfin l'otite purulente, provoquée par l'inoculation dans la caisse du tympan et comparable quant aux lésions aux mastoïdites observées chez les malades.

» Contrairement à ce qui arrive avec la plupart des autres microbes pathogènes habitant normalement l'organisme, et en particulier avec les staphylocoques et les streptocoques, ces bacilles, lorsqu'ils sont introduits dans le sang, ne déterminent que des lésions diffuses, imputables à l'action des produits toxiques, et point de lésions localisées, sous forme de foyers métastatiques, imputables à l'intervention des microbes eux-mêmes. Dans un seul cas nous avons observé une lésion métastatique, chez un lapin qui présenta, après une inoculation intra-veineuse, une arthrite suppurée renfermant le *Proteus* à l'état de pureté; mais ce lapin était atteint d'altérations des os, analogues au rachitisme, et peut-être cette débilité particulière du squelette avait-elle facilité le développement secondaire de ce foyer infectieux.

» D'autre part, si l'on associe au *Proteus* le streptocoque ou le staphylocoque, on voit, après l'introduction simultanée de ces microbes dans la circulation, se former à la périphérie des lésions localisées (arthrites suppurées, abcès du rein), mais le *Proteus* y fait défaut et le microbe pyogène associé s'y rencontre seul. Inversement, si l'on pratique une inoculation locale à la périphérie, dans le genou par exemple, avec le *Proteus* associé

au streptocoque ou au pneumocoque, il arrive que ces derniers passent seuls dans le sang; mais le *Proteus* n'y pénètre pas, il reste dans la lésion locale où il ne tarde pas à subsister seul.

» Il ne faudrait pas croire, en cherchant à interpréter ces faits, que le sang constitue pour le *Proteus* un mauvais milieu de culture : tout au contraire, ce bacille s'y développe fort bien *in vitro* en liquéfiant le caillot, d'autant plus vite que l'accès de l'air y est plus facile, et en dégageant de l'hydrogène sulfuré, sans modifier la réaction spectroscopique de l'oxyhémoglobine. Mais il est probable que, dans le sang de l'animal vivant, les bacilles, rapidement disséminés et mis en contact avec les phagocytes, disparaissent plus promptement que les autres microbes, parce que, comme l'ont fait voir les expériences de M. Bordet, les phagocytes absorbent plus facilement le *Proteus* que le streptocoque, lorsqu'on les met en présence d'uu mélange de ces deux microbes.

» Ces résultats expérimentaux s'accordent bien avec les enseignements tirés de l'observation chez l'homme. En effet, bien que les microbes appartenant au groupe *Proteus* fassent partie intégrante de la flore bactérienne du tube digestif, leur passage dans les tissus vivants n'est qu'assez rarement constaté. Après la mort même, pendant que se fait l'invasion des organes par les microbes intestinaux, ils se laissent généralement devancer par les staphylocoques. Chez l'homme vivant, lorsqu'on les trouve dans un foyer morbide, c'est surtout dans les tissus infectés déjà par d'autres espèces pathogènes, dans des escarres par exemple, ou bien dans une cavité séreuse ou muqueuse (péritoine, plèvre, cavités de l'oreille, voies urinaires, utérus), formant une sorte d'abri où ils échappent plus aisément que dans l'intimité même des tissus à l'action des moyens de défense de l'organisme et où ils peuvent, en se multipliant, donner naissance aux produits toxiques qui font le principal danger de cette infection.

» Comme beaucoup d'autres microbes, ceux du groupe *Proteus* subissent le phénomène curieux de l'agglutination lorsqu'on les met en contact avec le sérum d'animaux immunisés ou du moins ayant résisté quelque temps à l'infection. Cette réaction est plus marquée pour l'échantillon qui a servi à l'inoculation : c'est d'ailleurs ce qui a été noté aussi pour le vibrion cholérique. Souvent même, il arrive qu'elle se manifeste exclusivement pour ce dernier échantillon et non pour ceux d'autres provenances, offrant pourtant des caractères semblables de forme et de culture. Mais si l'on renforce, par des inoculations successives, la propriété agglutinante du sérum, on voit alors se produire aussi, dans les mêmes conditions, c'est-à-

dire avec les mêmes proportions de sérum et de cultures, l'agglutination des autres échantillons.

» On a proposé d'utiliser les propriétés agglutinantes du sérum pour faire le diagnostic des espèces microbiennes : par exemple, pour distinguer les vibrions cholériques de quelques autres vibrions analogues, et le bacille d'Eberth du coli-bacille. C'est ce que nous avons cherché à faire pour le *Proteus*. Il nous a paru qu'en effet le sérum accusait des différences entre certains types de bacilles très voisins par l'ensemble de leurs caractères et notamment par la propriété fondamentale que possède le *P. vulgaris* de faire de l'hydrogène sulfuré aux dépens des matières albuminoïdes. Nous avons vu deux types bacillaires de ce genre que l'épreuve du sérum sépare des autres échantillons : l'un provenait du foie d'un malade mort d'abcès hépatiques, l'autre d'une escarre développée sur un œdème cardiaque. Tous deux se distinguent d'ailleurs du *P. vulgaris* par quelques différences de cultures sur certains milieux. Par contre, le *P. mirabilis*, qui ne se différencie du *P. vulgaris* que par une plus grande lenteur à liquéfier la gélatine, se laisse agglutiner par le sérum qui possède déjà un pouvoir agglutinant marqué pour les divers échantillons du *P. vulgaris*.

» Ajoutons aussi qu'on peut, en inoculant à un même animal des types bacillaires distincts, développer dans le sérum la propriété d'agglutiner à la fois ces divers types.

» Cette propriété agglutinante apparaît en général le troisième ou le quatrième jour après l'inoculation. Elle existe dans le sang, mais nous ne l'avons pas trouvée dans la bile et le contenu des vésicules séminales. Nous l'avons vue atténuée dans l'urine et d'une façon inconstante dans l'humeur aqueuse. Elle persiste après la mort et même pendant la putréfaction. D'autre part elle ne se produit pas dans le sang normal ensemencé avec du *Proteus*. Elle ne se produit pas non plus chez l'animal qui a été infecté peu de temps seulement avant de mourir, que la mort ait été accidentelle ou déterminée par l'infection. On peut donc, lorsqu'on trouve le *Proteus* dans les tissus, à l'autopsie d'un animal, s'assurer au moyen du sang, par la réaction agglutinante, que cet animal a été atteint de son vivant d'une infection protéo-bacillaire et qu'il ne s'agit pas simplement d'un envahissement cadavérique. Mais il faut faire cette restriction que, si l'épreuve du sérum reste négative, le *Proteus* rencontré dans les tissus a pu s'y introduire pendant les deux jours de la vie.

» Peut-être aura-t-on l'occasion d'appliquer cette donnée à la Pathologie humaine. Peut-être aussi pourra-t-on, chez l'homme vivant, utiliser le

sérum pour établir l'existence d'une infection protéo-bacillaire, suivant le procédé employé par M. Widal pour le diagnostic de la fièvre typhoïde. Mais il est vraisemblable que bien des infections de ce genre échapperont néanmoins, soit parce qu'elles auront entraîné la mort avant l'apparition du phénomène, soit parce qu'elles n'auront produit leurs effets pathogènes que par l'intermédiaire des poisons sécrétés. Quelques recherches préliminaires que nous avons entreprises dans cette voie nous ont appris que chez l'homme sain, en général, le sérum est dépourvu de propriété agglutinante, bien qu'un sujet ayant toutes les apparences de la santé nous ait montré, par exception, cette propriété très marquée pour le *Proteus vulgaris*. Chez plusieurs malades atteints d'affections ulcéreuses de l'intestin (fièvre typhoïde, cancer du rectum), nous ne l'avons pas trouvée, mais elle existait cependant chez quelques autres. »

BOTANIQUE. — *Truffes (Terfâz) de Grèce :* Terfezia Gennadii; par M. **Ad. Chatin**.

« M. Gennadius, inspecteur général de l'Agriculture en Grèce, qui déjà m'avait adressé un Terfâz (*Terfezia Claveryi*) de Chypre, m'en a fait parvenir cette année plusieurs du Péloponèse et de la Thessalie.

» Le 1er mai, M. Gennadius m'écrivait d'Athènes, en m'adressant des Terfâz de trois sortes :

» ... L'hiver a été exceptionnellement long, froid et sec, sans pluie en janvier-février; aussi entrons-nous à peine dans le printemps, qui ici commence en février. C'est pourquoi les Truffes, venues tard, sont rares et petites....

» J'avais écrit à plusieurs de me procurer des échantillons, mais ce n'est qu'aujourd'hui même que je reçois les premiers, que je m'empresse de vous envoyer. Ils proviennent des domaines de S. E. le prince héritier de Péloponèse, commune de Dyme (Δύμη), province d'Achaïe, et m'ont été envoyés par le Directeur de ces domaines, M. Macryjannis, qui a bien voulu les accompagner des informations ci-après :

« Dans la boîte que je vous envoie, il y a des échantillons des trois variétés de » Truffes que les paysans reconnaissent, savoir :

» 1° La variété commune qu'ils appellent tout bonnement *Truffe* (*Drava*) ou » Truffe commune; 2° la variété qu'ils appellent *Halpoutza*, et 3° une troisième va- » riété qu'ils nomment *Quiza*. »

» D'après les informations de M. Macryjannis, la première variété, les Drava, de toutes la plus commune, est considérée comme la meilleure; la seconde variété (Halpoutza) se distingue, ayant à l'extérieur une couleur rougeâtre plus vive; on la regarde comme de seconde qualité; la troisième variété (Quiza), est jaunâtre au dehors, grise en dedans, et serait de dernière qualité, suivant quelques-uns.

» Les paysans reconnaissent la place des Truffes, à peine recouvertes de 2^{cm} à 3^{cm} de terre, en frappant celle-ci avec un bâton.

» J'espère pouvoir vous envoyer bientôt des Truffes d'autres localités.

» En effet, dès le 4 mai, M. Gennadius m'adresse de nouveaux tubercules et écrit :

» *Athènes, 4 mai.* — Je viens de recevoir une Truffe de la commune de Myrtountion (Μυρτούντιον), de l'éparchie Elia de Péloponèse. Les paysans l'appellent Truffe royale (*borso Drava*), sans doute en raison de leur grosseur plutôt que de leur goût; c'est la même que je vous ai envoyée avant-hier sous le nom de *Truffe commune* (*Drava*) de la commune de Dyme.

» Il croît dans le pays une autre variété, plus petite, dite *Petit Renard*, à chair *brune*, de qualité supérieure suivant les uns, inférieure suivant d'autres.

» Les tubercules des deux envois, venus par voie de la poste, arrivèrent en état de complète fraîcheur, et sans retard il fut procédé à leur examen.

TRUFFES DE DYME.

» Première sorte. Drava *ou Truffe commune.* — Tubercules assez gros, du poids de 50^{gr} à 60^{gr}, les uns arrondis, les autres figuiformes, à pédicule mycélifère assez prononcé.

» Périderme brun jaunâtre, lisse.

» Chair d'un blanc rosé, assez homogène, ferme, d'odeur et de saveur faibles (mais agréables, après la cuisson).

» Sporanges arrondis, octospores.

» Spores rondes, du diamètre de 20^{μ} à 26^{μ}, et recouvertes de grosses verrues à sommet tronqué.

» A tous ces caractères on reconnaît le *Terfezia Leonis*.

» Deuxième sorte. *Halpoutza.* — Tubercules très petits, du poids de 8^{gr} à 15^{gr}, presque ronds.

» Périderme d'un brun rouge, chair blanche, teintée de verdâtre, assez homogène, de saveur et d'odeur peu appréciables.

» Sporanges arrondis, à 8 spores.

» Spores du diamètre de 20^{μ}-26^{μ}, munies de papilles courtes, grosses et tronquées.

» Tous caractères du *Terfezia Leonis*, espèce dont l'Halpoutza doit être regardé comme une variété *minor*, la petitesse des tubercules ne pouvant être considérée comme due à la sécheresse de l'hiver, le type ayant, en des conditions identiques, atteint à un volume six fois plus considérable. Le sentiment des paysans, qui distinguent bien l'*Halpoutza* du Drava au périderme plus rouge, a bien d'ailleurs ici quelque valeur.

» TROISIÈME SORTE. *Quiza.* — Tubercules fort petits, du poids de 8gr à 15gr (1).

» Périderme jaunâtre. Chair d'un *gris brun* assez foncé, ferme, avec d'assez fines marbrures blanches; odeur et saveur peu sensibles, *nullement alliacées.*

» Sporanges allongés (rappelant ceux du *Tuber magnatum* ou Truffe à l'ail de Piémont), bispores, rarement trispores; spores rondes, du diamètre de 45^{μ} à 51^{μ}, parfois ellipsoïdes, comme dans les *Tuber* et *Tirmania*, avec des diamètres de 36^{μ} sur 46^{μ}.

» Il n'est pas douteux que le type de la spore ne soit la forme ronde : 1° parce que la forme elliptique n'est que rare exception ; 2° parce que le plus faible diamètre de la forme elliptique, même dans sa plus grande dimension (46^{μ}), indique qu'elle n'est qu'un avorton, sorte d'arrêt de développement de la spore ronde.

» Les spores du Quiza, privées de toutes papilles, ont leur surface recouverte d'un réseau hexagonal fort régulier. Or ce réseau, jusqu'à ce jour inconnu dans les Terfâz d'Orient (2), est, au contraire, assez commun dans nos *Tuber* (*Tuber magnatum, T. Borchii, T. æstivum, T. mesenterium*, etc.), parmi lesquels il forme une section à côté de la section caractérisée par des spores hérissées de papilles (*Tuber melanosporum* ou Truffe de Périgord, *T. uncinatum* ou Truffe de Bourgogne-Champagne, *T. hiemalbum, T. montanum, T. gulonum*).

» Le presque isolement du Quiza à spores réticulées au milieu des Terfâz à spores papillifères suggère assez naturellement la pensée de le rapprocher du groupe des *Tuber* réticulés, et plus spécialement du *Tuber magnatum,* qui a les sporanges allongés, et parfois des spores arrondies.

» Mais tous ses caractères comptés et pesés, le Quiza est bien un vrai Terfâz, faisant, par celles de ses spores qui sont elliptiques, le passage aux *Tuber,* comme le *Tuber magnatum,* par quelques spores rondes, et aussi, par la couleur blanchâtre de sa chair, forme la transition des *Tuber* aux *Terfezia.* L'analogie est d'ailleurs plus directe avec les *Tirmania* (*T. africana, T. Cambonii*), sortes de Terfâz à spores ellipsoïdes.

» Parmi les faits contraires à la fusion du Quiza dans la Truffe blanche de Piémont, je cite les suivants :

» *Le climat.* — Le *Tuber magnatum,* du Nord de l'Italie, se développe vers le 45e degré de latitude; le Quiza, entre le 40e et le 35e degré.

» *La grosseur des tubercules.* — La Truffe de Piémont est grosse, même très grosse; les tubercules, du poids de 100gr, en moyenne, dépassent souvent 200gr pour

(1) Comme ceux de l'Halpoutza, ces petits tubercules ne sauraient être attribués seulement à la sécheresse, qui n'a pas empêché le Drava d'atteindre au poids de 60gr.

(2) Le petit *Terfezia oligosperma* du Midi de la France a aussi des spores à réseau, mais ses sporanges arrondis, etc., éloignent toute pensée d'assimilation.

atteindre à 500gr et même plus. Les Quizas que j'ai reçus, de la grosseur d'une noisette à une petite noix, pesaient au plus 15gr.

» *La chair.* — D'un blanc jaunâtre, d'odeur et de saveur alliacées dans le *tuber magnatum,* elle est d'un gris brun avec marbrures blanches et nullement alliacée dans le Quiza.

» *Époques de maturation.* — La Truffe de Piémont mûrit en septembre-octobre; le Quiza en mars-avril, comme tous les Terfâz.

» *Les spores.* — L'analogie avec le *tuber magnatum* du Piémont par les sporanges caudiculés, et à deux ou trois spores seulement, ne se continue pas dans celles-ci, notablement plus grosses et à réseau plus régulier dans le Quiza.

» *Sol et plantes nourricières.* — La nature spéciale du sol et des plantes nourricières éloignent, comme il va être établi, tout rapprochement entre le Quiza et les *Tuber,* ceux-ci même représentés par le *Tuber magnatum.*

» M. Gennadius ne parlait pas, dans ses lettres, de la nature du sol et des plantes croissant dans les lieux où se récolte le Quiza. Or, la connaissance de ces deux points me paraissant importante, sinon décisive dans l'hypothèse où le Quiza devrait être rapproché du *Tuber magnatum,* je demandai à M. Gennadius un complément d'informations sur ces deux points. Voici sa réponse :

» Xerochori, le 14 août... C'est ici... que j'ai reçu votre lettre du 16 juillet. J'ai aussitôt écrit à M. Macryjannis à Péloponèse, pour le prier de m'envoyer le plus tôt possible les informations supplémentaires désirées, et me voilà possesseur de sa réponse.

» M. Macryjannis m'écrit que les Quiza ainsi que les autres Truffes de Dyme viennent sur des terrains *sableux* assez secs, ne portant ni *arbres* ni autres plantes ligneuses, mais seulement des herbes annuelles (1)... Jamais le Quiza n'a été trouvé en été.

» En Messénie aussi existent trois Truffes que j'espère vous envoyer au printemps prochain.

» Il résulte des détails fournis à M. Gennadius par M. Macryjannis, que, comme tous les Terfâz connus, le Quiza croît dans les sables, sous de simples herbes, et ne se récolte qu'au printemps, caractères bien différents de ceux de la Truffe à l'ail de Piémont, laquelle vient en terre forte et fraîche, sous les saules, peupliers, chênes, etc.

» Par le rapprochement de tous les faits, nous sommes conduit à voir dans le Quiza non un *Tuber,* mais un *Terfezia,* pour lequel le nom de *Terfezia Gennadii* paraîtra à tous un légitime témoignage de gratitude pour les services, d'ordres divers, rendus à la Science par le savant Inspecteur général de l'Agriculture grecque, mon si dévoué et intelligent correspondant

(1) Peut-être l'*Helianthemum guttatum,* à en juger par quelques débris mêlés au sable.

» Le *Terfezia Gennadii* est d'un intérêt spécial comme reliant les Terfâz aux Truffes, les *Terfezia* aux *Tuber*.

» Ainsi que le *Tuber magnatum*, il a les sporanges allongés, les spores réticulées et parfois elliptiques; comme beaucoup de Truffes, il a la chair colorée et veinée de blanc. A noter que, jusqu'à ce jour, il est le seul Terfâz à chair brune.

» D'autre part, quelques Truffes (*Tuber magnatum*, *T. hiemalbum*, *T. æstivum*) ont la chair blanche.

TRUFFES DE MYRTOUNTION.

» Conformément au sentiment de M. Gennadius, la Truffe, dite *royale à Myrtountion,* est de même espèce que la Drava ou Truffe commune de Dyme; toutes deux appartiennent au *Terfezia Leonis,* cette espèce si bien caractérisée par ses spores recouvertes de grosses et courtes papilles en forme de dent d'engrenage.

» Quant au *Petit Renard,* sa chair brune à petites veines blanches permet de le rapporter au Quiza de Dyme (*Terfezia Gennadii*), ce Terfâs qui relie les *Terfezia* aux Tuber comme on l'a vu plus haut, surtout par les *Tuber magnatum* et *Borchii.*

TERFAZ DE THESSALIE.

» Le 10 mai, M. Gennadius m'écrit :

» Je reçois enfin, mais profondément altérées et ramollies, les Truffes que j'avais demandées en Thessalie. J'ai desséché avec soin quelques tubercules que je vous envoie.

» Bien qu'en décomposition avancée, la chair renfermait, inaltérées, les spores. Or, il fut aisé de reconnaître au diamètre (20^{μ}-26^{μ}) de celles-ci et à leurs grosses papilles verrucoïdes, à sommet tronqué, le *Terfezia Leonis,* qui déjà avait fait partie des envois de Dyme et de Myrtountion, tous constats venant à l'appui de cet aperçu : que le *Terfezia Leonis* occupe principalement la région nord de la Flore des Terfâz.

» En somme, la Grèce ne manque pas plus que le Maroc de Truffes, contrairement aux indications fournies à M. Hanotaux par nos consuls. Déjà, et la liste n'est sans doute pas close, elle en compte trois types spécifiques : *Terfezia Claveryi* à Chypre, *Terfezia Gennadii* et *Terfezia Leonis* dans le Péloponèse et la Thessalie, plus une variété *minor* de ce dernier. »

CHIMIE. — *Correction à une Note précédente, sur l'homogénéité de l'argon et de l'hélium;* par MM. **W. Ramsay** et **J.-N. Collie.**

« Dans la Note intitulée *Sur l'homogénéité de l'argon et de l'hélium,* présentée à l'Académie le 27 juillet, nous avons commis une erreur, qu'il nous faut rectifier. Nous avons supposé que, lorsqu'on soumet à la diffusion un mélange de deux gaz, on ne réussit pas à les obtenir tous deux dans un état de pureté, mais qu'il reste toujours un mélange, d'un côté, des deux gaz dans certaines proportions, selon leurs densités. Il est vrai que, lorsqu'on prend un mélange d'une partie d'hydrogène avec quatre parties d'oxygène, les deux gaz passent à travers les parois perméables, de sorte que des quantités égales des deux gaz passent dans le même temps.

» Mais ce fait n'empêche pas leur séparation au moyen de la diffusion. Les densités calculées pour les diverses fractions de l'hélium ne sont pas, pour cette raison, celles que nous avons mentionnées; au contraire, la densité du gaz le plus lourd doit être 2,133, et celle du plus léger, 1,874.

» Cette erreur, quoique nous la regrettions, ne présente pas d'importance quant aux données expérimentales que nous avons citées dans notre Note. Il reste toujours ce fait, que nous avons réussi à séparer l'hélium en deux parties. »

M. **Albert Gaudry** annonce que M. Forsyth Major, paléontologiste anglais bien connu par de nombreuses et belles découvertes, arrive de Madagascar où il a fait, pendant deux ans, des recherches de Paléontologie et de Zoologie. Il est présent à la séance.

« J'ai l'honneur, dit M. Albert Gaudry, de montrer à l'Académie des pièces fossiles très intéressantes rapportées par M. Forsyth Major; ce sont des mâchoires d'un vrai singe, trouvées dans les couches à Æpyornis. On avait déjà signalé à Madagascar plusieurs débris de Lémuriens et notamment d'une très grande espèce que M. Forsyth Major avait appelée *Megaladapis;* mais on n'y avait rencontré aucun débris de vrai singe, et l'on n'avait pas de motif de s'attendre à en découvrir.

» Les morceaux que je mets sous les yeux de l'Académie indiquent un singe grand comme l'homme, avec des molaires qui rappellent les Mésopithèques et les Semnopithèques. Elles offrent la singulière particularité de ressembler aux dents des singes de l'ancien monde par leur forme et aux dents des singes du nouveau monde par leur nombre. M. Forsyth Ma-

jor inscrit le singe de Madagascar sous le nom de *Nesopithecus Roberti;* le nom de genre signifie singe insulaire et celui d'espèce est proposé en l'honneur d'un jeune Français, M. Robert, qui a secondé le savant paléontologiste anglais dans ses fouilles paléontologiques à Madagascar.

» L'exploration des régions australes commence à apporter à la Géologie de curieuses révélations. »

MÉMOIRES LUS.

SPÉLÆOLOGIE. — *La grotte de La Mouthe*. Note de M. **E. Rivière** (extrait).

« La grotte de La Mouthe, sur laquelle j'ai déjà eu l'honneur d'adresser plusieurs Notes à l'Académie ([1]), est située au hameau de ce nom (Dordogne), à l'altitude de 193^m, au sommet d'une colline boisée. Creusée dans le crétacé supérieur, elle s'ouvre par une baie, large de $10^m,95$, au bord d'une sorte de cirque peu profond. Son orientation est E.-S.-E.

» C'est le 2 septembre 1894 que j'ai découvert cette grotte, que son propriétaire croyait avoir vidée complètement, *quarante-neuf ans* auparavant, pour en faire une sorte de grange. Son contenu : dents, os et silex taillés, avait été, avec la terre les renfermant, répandu dans les champs d'alentour. C'est le 8 septembre que, en examinant l'intérieur de la grotte, j'ai reconnu l'existence d'un reste de foyer quaternaire, dans lequel quelques coups de pioche m'ont donné plusieurs dents de Renne, des os brisés, des silex taillés et une coquille marine, percée d'un trou pour être portée comme bijou : une *Nassa neritea*.

» Enfin, c'est au mois d'avril suivant (7 et 8 avril 1895) que l'exploration de ce foyer a mis tout à coup à découvert une petite ouverture démontrant que la grotte, loin de se terminer à une dizaine de mètres de l'entrée, comme on l'avait supposé d'abord, se prolongeait sur une très longue étendue par un couloir des plus étroits. Et c'est le 11 avril 1895 que, pour la première fois, ont été aperçus, à 77^m de distance, les premiers des curieux dessins gravés sur ses parois. Depuis lors, je me suis rendu à quatre reprises différentes à La Mouthe, sous les auspices de l'Académie des Sciences, qui a bien voulu m'en confier les recherches. Les résultats de ces quatre campagnes sont les suivants :

» 1° La grotte de la Mouthe était encore, à mon arrivée, à partir du

---

([1]) Juin 1895, juillet 1895, juillet 1896, août 1896.

point où l'ouverture, en forme de four, avait été découverte, était encore, dis-je, obturée presque jusqu'à la voûte, cette ouverture mesurant seulement $0^m,37$ dans sa plus grande hauteur, et $0^m,62$ de largeur.

» 2° Une première coupe pratiquée à l'entrée m'a permis de constater que la grotte avait été habitée par l'homme à deux époques distinctes :

» *a*. Aux temps néolithiques. La couche superficielle, en effet, est exclusivement formée par des foyers de cendres et de charbon renfermant, avec un certain nombre de silex taillés, des ossements d'animaux qui appartiennent à l'époque géologique actuelle, de nombreux fragments de poteries grossières, primitives, et des ossements humains.

» *b*. A l'époque quaternaire, géologiquement parlant. En effet, la couche que je viens d'indiquer repose immédiatement sur une stalagmite qui la sépare nettement de foyers beaucoup plus anciens, comme le prouve la faune dont j'ai recueilli, dans ce second milieu, dès mes premières fouilles, un certain nombre de restes (*Ursus spelæus, Hyæna, Tarandus rangifer*, etc.). Dans cette couche, j'ai trouvé aussi de nombreux silex taillés, des instruments ou armes en os, quelques os gravés, des dents percées, etc., mais ni poteries, bien entendu, ni, jusqu'à présent, d'ossements humains.

» 3° A une certaine distance de l'entrée, l'époque néolithique cesse complètement, laissant la stalagmite à nu; par contre, les foyers quaternaires persistent, mais en général moins riches qu'à l'entrée. Plus loin encore ce ne sont plus, à proprement parler, de véritables foyers, mais une couche d'argile plus ou moins pure, qui renferme çà et là, avec les restes de la même faune quaternaire, des silex taillés; puis, en certains points, de véritables accumulations de restes d'Ours et de nombreux caprolithes d'Hyène ([1]).

» 4° La grotte de La Mouthe a donc été, de par l'ensemble des objets recueillis, habitée par l'homme préhistorique à deux époques bien distinctes; mais elle a aussi été, à un moment donné, un véritable repaire d'Ours, et l'Hyène des cavernes y a également séjourné.

» 5° Des dessins gravés ont été aperçus pour la première fois, le 11 avril 1895, par mon correspondant de Tayac, G. Berthoumeyrou, qui, sur ma demande, avait pénétré dans la grotte aussi loin que l'étroitesse du passage le lui avait permis. Ces dessins ne sont pas apocryphes, mais aujourd'hui, après une minutieuse étude, ils ne paraissent pas laisser de doute sur leur ancienneté, quelques traits gravés étant recouverts par les dépôts stalagmitiques, ainsi que plusieurs savants l'ont constaté avec moi.

([1]) J'en ai trouvé actuellement une centaine, ainsi que plus de soixante mâchoires d'ours de tout âge et plusieurs centaines de dents de cet animal.

» 6° La tranchée que j'ai fait ouvrir sous mes yeux est aujourd'hui parvenue à 127^m de l'entrée. De plus, j'ai constaté que l'on pouvait pénétrer au delà desdits 127^m, sur une nouvelle longueur de 70^m environ, mais seulement *en rampant sur le ventre*, tant la stalagmite se rapproche de la voûte.

» 7° Sur plusieurs points de ce nouveau parcours, le marteau a mis à découvert des os et des dents soudés dans la stalagmite. Mais à cette distance de 197^m, le passage est tellement étroit qu'il est impossible de le franchir sans briser les stalactites qui l'obstruent, ce que je me propose de faire dans ma prochaine campagne, afin d'y poursuivre mes recherches.

» 8° Enfin j'ai remarqué encore, à quelques mètres de distance du point où la tranchée s'arrête, l'existence d'autres dessins gravés sur les parois de la grotte, mais je ne pourrai me rendre compte de ce qu'ils représentent que lorsque les fouilles seront plus avancées.

» 9° Quant aux dessins que j'ai pu étudier et qui sont la découverte la plus importante faite à La Mouthe, ils sont de deux ordres : les uns consistent en de simples gravures au trait, faites sur les parois mêmes de la grotte; les autres en des gravures du même genre, mais dont certains traits ont été passés à l'ocre, revêtant ainsi une teinte rouge brun plus ou moins foncée; enfin un troisième genre de dessins est plutôt une sorte de striage de la roche, colorié de la même manière, plutôt qu'une gravure véritable.

» Les premiers et les seconds représentent uniquement des animaux. Ils sont gravés en creux à même la roche, pour la plupart assez superficiellement, de sorte que l'estampage en est souvent fort difficile. Cependant j'ai pu prendre ceux de deux animaux : un Bison et un autre animal, dont le train de derrière semble être celui d'un Bovidé, tandis que la tête, un peu fruste, paraît être celle d'un cheval à la crinière *courte* et *hérissée*. La photographie de ce dernier a pu être faite par un géologue de Périgueux, attaché à la Carte géologique de France, M. Charles Durand; elle a été obtenue grâce à un éclairage intense (140 bougies environ) et à une pose de cinq heures. Dans une prochaine campagne, nous photographierons ainsi les autres dessins.

» Je compte donner, dans une autre Note, la description des diverses gravures, et revenir sur la question de leur ancienneté. Je me propose de traiter enfin, dans une Note spéciale, de la faune de La Mouthe, me bornant à dire aujourd'hui qu'elle comprend des Insectivores, des Carnivores (Ours, Hyène, etc.), des Rongeurs, dont le Castor; des Pachydermes, des Ruminants, dont le Renne; des Reptiles du genre *Rana,* des Oiseaux, quelques rares Invertébrés terrestres et marins. Je dois signaler cependant

une pièce rarement trouvée dans les cavernes quaternaires *habitées par l'homme :* un fragment de dent paraissant provenir d'un Hippopotame.

» Tels sont, brièvement résumés, les principaux résultats des fouilles que j'ai commencées au mois de juin 1895 et poursuivies depuis lors jusqu'à ce jour sous les auspices de l'Académie; j'espère les mener à bien jusqu'à leur terminaison, malgré le nombre d'années qu'elles exigeront par suite des dimensions considérables de la grotte.

» J'ajouterai que, pendant le cours de mes recherches, j'ai découvert, outre le gisement de la Micoque, sur lequel j'ai présenté, le 24 août dernier, une Note en collaboration avec M. Chauvet, j'ai découvert, dis-je, une nouvelle grotte magdalénienne dans le voisinage de celle de La Mouthe, où j'ai commencé aussi des fouilles, ainsi qu'une grotte, également nouvelle, au Moustier, avec un squelette humain. »

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes algébriques et leurs relations avec certains systèmes d'équations aux dérivées partielles.* Note de M. **Étienne Delassus**, présentée par M. Darboux.

« Soit S un système d'équations algébriques, entières, homogènes et à m variables $x_1, x_2, \ldots, x_m$.

» Si à l'opération $\frac{\partial F}{\partial x_i}$ on fait correspondre l'opération $F \times x_i$ on voit immédiatement que des monomes entiers peuvent, comme les dérivées partielles d'une fonction, former des *ensembles canoniques*, et de là résulte une méthode de réduction des systèmes algébriques à une *forme canonique* absolument semblable à celle que j'ai récemment donnée pour les systèmes différentiels les plus généraux [1].

» Cette forme canonique S_n est caractérisée par $m-1$ indices, $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_{m-1}$ et la comparaison avec la méthode donnée par Kronecker montre que ces indices sont précisément les degrés des facteurs successifs de la

---

(1) Delassus, *Extension du théorème de Cauchy aux systèmes les plus généraux d'équations aux dérivées partielles* (*Comptes rendus,* 30 mars 1896).

résolvante générale du système S, c'est-à-dire les degrés des diverses multiplicités qui composent la solution générale de ce système.

» Cette méthode n'offre que peu d'intérêt au point de vue de l'étude des systèmes algébriques, car on voit facilement qu'au fond ce n'est que la méthode de Kronecker dans laquelle on se serait assujetti à faire toutes les éliminations par le procédé de Sylvester, mais sa parfaite analogie avec celle que j'ai employée pour l'étude des systèmes différentiels permet de faire, entre ces deux sortes de systèmes, des rapprochements intéressants :

» Soit Σ un système différentiel et à une inconnue z, à m variables $x_1, x_2, \ldots, x_m$, et dont chaque équation $\Phi = 0$ a pour premier membre une fonction linéaire, homogène et à coefficients constants des dérivées partielles d'un même ordre de z.

» Soit S le système algébrique homogène et à m inconnues obtenu en remplaçant, dans toutes les équations Φ, chaque dérivée $\frac{\partial^p_z}{\partial x_1^{\alpha_1} \ldots \partial x_m^{\alpha_m}}$ par le monome correspondant $x_1^{\alpha_1} \ldots x_m^{\alpha_m}$.

» Il y a entre Σ et S des relations très étroites. Par exemple, on sait depuis longtemps que toute solution $a_1\, a_2 \ldots a_m$ de S fournit pour Σ les solutions

$$f(a_1 x_1 + a_2 + x_2 + \ldots + a_m x_m),$$

f étant une fonction arbitraire. L'étude précédente va nous fournir d'autres relations.

» La réduction simultanée de Σ et S à leurs formes canoniques montre en effet que Σ et S *ont forcément les mêmes indices*. Mais ces indices communs déterminent, d'une part, le nombre et la nature des fonctions arbitraires qui entrent dans l'intégrale générale de Σ et, d'autre part, les degrés des diverses multiplicités qui composent la solution générale de S; donc :

» *Dès que, par un procédé quelconque, on connaît les degrés des diverses multiplicités qui composent la solution générale de S, on connaît, par là même, le nombre et la nature des fonctions arbitraires qui figurent dans l'intégrale générale de Σ.*

» Ou d'une façon plus précise, en prenant le langage géométrique et considérant les S comme des surfaces en coordonnées homogènes dans l'espace à $m - 1$ dimensions :

» *La condition nécessaire et suffisante pour que l'intégrale générale de Σ*

contienne

β_1 *fonctions arbitraires de*		$m-1$	*variables*
β_2	»	$m-2$	»
....,			
β_{m-2}	»	2	»
β_{m-1}	»	1	»

est que l'intersection complète des surfaces S *se compose de*

Une multiplicité à	$m-2$	*dimensions et de degré*	β_1
»	$m-3$	»	β_2
....,			
»	1	»	β_{m-2}
»	0	»	β_{m-1}

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la région de sommabilité d'un développement de Taylor*. Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Picard.

« J'ai donné récemment une théorie de la sommation des séries divergentes (*Comptes rendus*, 30 décembre 1895, 13 janvier et 7 avril 1896; *Journal de Mathématiques*, 1896); dans ce qui va suivre, je suppose qu'on se serve uniquement, pour la sommation, de la fonction entière e^a, sans utiliser les généralisations que j'ai indiquées.

» *Étant donné un développement de Taylor, ordonné suivant les puissances de* z, *il est sommable dans toute région intérieure au polygone convexe obtenu comme il suit :* on joint chaque point singulier de la fonction représentée au point $z=0$, on mène à chaque droite ainsi obtenue une perpendiculaire par le point singulier correspondant et l'on supprime les portions du plan situées au delà de ces perpendiculaires, par rapport au point $z=0$. On voit que, si la fonction n'admet pas de point singulier de l'un des côtés d'une droite passant par le point $z=0$, ce polygone n'est pas fermé, et la série est sommable dans une région infinie.

» On peut utiliser cette proposition pour rechercher les points singuliers de la fonction, en particulier ceux qui sont situés sur le cercle de convergence.

» Je me bornerai à la remarque suivante : *Pour qu'une série de Taylor admette son cercle de convergence comme coupure, il est nécessaire et suffisant que sa région de sommabilité ne dépasse nulle part ce cercle.* Comme application, considérons la série

$$\Sigma a_n z^{c_n}$$

dans laquelle les exposants c_n sont des entiers croissants et les a_n *des nombres quelconques.* On montre aisément que, si l'on a

$$c_{n+1} - c_n > k\sqrt{c_n},$$

k étant un nombre positif fixe, la série n'est sommable en aucun point extérieur à son cercle de convergence; *elle admet par suite ce cercle comme coupure.* En prenant $c_n = n^2$ et $a_n = a^n$, on retrouve un résultat dû à M. Fredholm. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sérothérapie antistaphylococcique.* Note de M. **Capman**, présentée par M. Lannelongue.

« De l'étude expérimentale des staphylocoques, que je poursuis depuis un an dans le laboratoire du professeur Mairet, et dont je compte publier prochainement le détail, je crois pouvoir déjà tirer les conclusions suivantes, au point de vue de la sérothérapie contre ces microbes.

» Les staphylocoques, ensemencés dans du bouillon de bœuf peptonisé à 1 pour 100 et légèrement alcalin, et maintenus à l'étuve à 37° pendant quinze à vingt jours, en culture aérobie, donnent leur maximum de produits toxiques.

» La virulence du microbe s'atténuant assez rapidement dans les cultures successives, il faut avoir soin de le régénérer de temps en temps en le faisant passer par l'animal le plus sensible. L'ordre décroissant de cette sensibilité est le suivant : lapin, cobaye, pigeon, chien.

» Malgré un nombre très considérable de passages (j'en ai fait plus de cent cinquante en série continue), on ne peut pas arriver à obtenir avec les staphylocoques une virulence comparable à celle que possèdent, souvent d'emblée, d'autres microbes, tels que le bacille diphtérique, le streptocoque ou le bacille du tétanos. J'ai cependant expérimenté avec plusieurs races, recueillies en des foyers très divers, et mis en usage la plupart des moyens connus d'exalter la virulence des microrganismes. J'ai vérifié, en particulier, l'action de diverses substances (glucose, maltose, lactose, acide lactique, peptone, etc.) additionnées à des milieux de culture très variés, et injectées de toute façon aux animaux. Il serait trop long d'exposer ici les résultats de ces recherches.

» Quant à la préparation des toxines, après avoir essayé les divers procédés connus, filtration, chauffage, précipitation par les agents chimiques, j'ai donné la préférence à la filtration par la bougie Chamberland.

» Il faut employer de ces toxines des doses relativement élevées pour tuer les animaux en vingt-quatre heures. Mais leurs effets toxiques se manifestent même pour des doses très petites et inoculées sous la peau; les lapins, en particulier, s'ils ne succombent pas à un empoisonnement aigu, ne tardent pas à mourir de cachexie.

» On peut reproduire avec les toxines la plupart des manifestations morbides que provoquent les microbes : œdème, suppuration, nécrose, septicémie, cachexie. Faits intéressants que je me contente de signaler actuellement, mais que je compte développer plus tard, plusieurs de mes animaux, nés dans le laboratoire et n'ayant jamais reçu autre chose que de la toxine de staphylocoques, ont présenté des paraplégies, des arthrites, des ostéomyélites absolument nettes.

» Avec ces toxines filtrées, j'ai d'abord tenté l'immunisation chez le lapin. Mais ces animaux étant les plus sensibles à la toxine, comme au microbe, il est très difficile de les vacciner assez fortement et surtout de les conserver. Aussi, après m'être simplement assuré de la possibilité de les immuniser, me suis-je adressé au chien, espèce plus résistante et d'ailleurs capable de me fournir une plus grande quantité de sérum.

» Je procède par injections sous la peau de quantités minimes au début, puis progressivement croissantes, de toxines filtrées. Lorsque j'ai éprouvé, par les premières injections, la puissance de réaction de l'animal, j'augmente la dose le plus possible afin de déterminer chaque fois le maximum de réaction. Je constate et je suis celle-ci en m'appuyant surtout sur les indications de température et de poids, et je ne fais de nouvelle injection que lorsque l'un et l'autre sont revenus à la normale, et s'y sont maintenus plusieurs jours.

» Je suis arrivé ainsi à faire supporter à mes animaux des doses énormes de toxine. Je possède une chienne de 25^{kg}, dont l'immunisation a été commencée en février, qui a supporté récemment une injection massive de 600^{cc} de toxine, alors que deux chiens non vaccinés ont succombé rapidement l'un au dixième, l'autre au vingtième de cette dose.

» L'immunisation des animaux est en rapport avec la quantité totale de toxine injectée. Il faut beaucoup de temps et beaucoup de toxine pour la réaliser à un degré suffisant, mais elle n'en est que plus stable.

» Le sérum des chiens ainsi immunisés possède des propriétés bactéricides et antitoxiques plus ou moins actives suivant le degré de la vaccination. Mais une condition essentielle, non seulement de son efficacité, mais même de son innocuité, c'est de ne pas l'extraire trop tôt : il convient d'attendre que la toxine ait pu être complètement digérée, sinon l'on s'expose à recueillir un sérum encore toxique. Fait curieux, et dont je

puis affirmer l'authenticité, ce sérum trop tôt recueilli peut même se trouver plus toxique que la toxine injectée. Tout me porte à penser que cet accroissement temporaire de toxicité est dû à une réaction particulière du foie. Quoi qu'il en soit, cette hypertoxicité du sérum, pendant les premiers jours qui suivent l'injection de toxine, peut acquérir de grandes proportions : dans un cas où j'ai saigné ma chienne deux jours seulement après la chute de la fièvre, j'ai constaté que le sérum ainsi obtenu était au moins cinq fois plus toxique que la toxine inoculée. On conçoit l'importance théorique et pratique de ces considérations.

» Je saigne l'animal de quinze jours à trois semaines après le retour de la température normale. A ce moment, il a cessé d'être dangereux et il est devenu efficace.

» Après m'être assuré que le sérum de chien non vacciné n'a qu'une action insignifiante sur l'infection staphylococcique, j'ai expérimenté chez le cobaye et le lapin le sérum de chien immunisé. Il n'est pas plus offensif par lui-même que le sérum de chien normal, pourvu qu'on l'ait recueilli dans les conditions déjà énoncées. Quant à son efficacité thérapeutique, elle m'a paru incontestable, que je l'aie injecté comme préventif ou comme curatif, contre la culture ou contre la toxine. Naturellement, sa puissance d'action, c'est-à-dire les doses à employer, varient avec les conditions dans lesquelles on l'applique; il faut, pour prévenir l'infection, une dose moindre que pour la guérir; la toxine est plus facilement annihilée que la culture; l'infection sanguine d'emblée réclame des doses plus massives que n'en exigent les lésions locales; enfin, la dose varie avec la virulence du microbe employé, et avec la race, l'âge et l'état de santé antérieur des animaux mis en expérience. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les fèves*. Note de M. **Balland**.

« 1. Les fèves d'Artois, de Bourgogne, de Bresse, de Lorraine, de Vendée, du Midi de la France, de Kœnigsberg, d'Egypte, d'Algérie et de Tunisie, les seules variétés que nous ayons examinées, diffèrent, de premier abord, par la forme, la nuance et le poids.

» On a, suivant la grosseur :

» *Fèves du Midi*. — 100 fèves pèsent au maximum 240^{gr} et au minimum 108^{gr}. Grosses fèves larges et plates, de nuance plus ou moins fauve, assez uniforme.

» *Fèves d'Algérie et de Tunisie*. — Poids maximum de 100 fèves 185^{gr}; poids mi-

nimum 67gr. Fèves plates, de moindre dimension que les précédentes; nuance moins foncée, parfois teintée de vert.

» *Fèves de Vendée.* — Poids maximum 104gr, poids minimum 46gr. Moins larges et plus épaisses. Nuance allant du jaune verdâtre au brun foncé.

» *Fèves d'Artois.* — Poids 68gr à 27gr. Petites fèves, plus corsées que les précédentes, même nuance.

» *Fèves de Bresse.* — Poids 67gr à 42gr. Moins longues que les fèves d'Artois.

» *Fèves de Bourgogne et de Lorraine.* — Poids 65gr à 17gr. Mélange de fèves brunes et de fèves noires; ces dernières plus petites et plus brillantes.

» *Fèves d'Égypte.* — Poids 80gr à 31gr. Mélange de fèves brunes et de fèves noires, se rapprochant, par leur forme assez arrondie, des fèves de Bourgogne et de Lorraine.

» *Fèves de Kœnigsberg.* — Poids 49gr à 30gr; petites fèves rondes, de grosseur assez uniforme, de couleur très brune, à surface miroitante.

» 2. L'eau, les matières azotées, les matières grasses, les matières sucrées et amylacées, la cellulose et les cendres s'y rencontrent dans les proportions suivantes :

	Minimum pour 100.	Maximum pour 100.
Eau	10,60	15,30
Matières azotées	20,87	26,51
» grasses	0,80	1,50
» sucrées et amylacées	50,89	58,03
Cellulose	5,24	7,86
Cendres	2,06	3,26

» L'acidité est entre 0gr,047 et 0gr,087 pour 100.

» Les cendres sont fusibles, solubles dans l'acide nitrique et fortement phosphatées.

» 3. L'amande, y compris l'embryon, est dans la proportion de 84,60 à 88,40 pour 100. L'enveloppe est représentée par 11gr,60 à 15gr,40, et les germes seuls par 1gr,50 à 1gr,75 pour 100.

» 100 germes pèsent de 2gr,78 à 3gr,60, soit de 28 à 36 germes par gramme.

» 4. Les fèves décortiquées à la main (amande et embryon) ont donné :

	Minimum pour 100.	Maximum pour 100.
Eau	10,20	12,60
Matières azotées	24,56	30,06
» grasses	1,05	1,50
» sucrées et amylacées	52,23	59,46
Cellulose	1,02	1,70
Cendres	2,00	2,90

» L'acidité est moins élevée que dans les fèves entières (0,035 pour 100).

» 5. La composition des enveloppes est assez uniforme. Il n'y a pas d'amidon. Les matières de nature cellulosique dominent : elles sont accompagnées de matières tanniques et de matières colorantes, qui prennent une belle teinte rouge lorsqu'on traite les enveloppes par l'acide chlorhydrique dilué pour en effectuer le dosage du ligneux (cellulose résistante).

	Pour 100.	
	Minimum.	Maximum.
Eau	9,80	11,80
Matières azotées	3,14	4,45
» grasses	0,12	0,90
» extractives	34,56	45,77
Cellulose résistante	35,90	49,70
Cendres	2,10	2,60

» 6. Les germes, comme on le voit par l'exemple cité plus loin, sont presque aussi azotés que les germes de blé, mais bien moins riches qu'eux en matières grasses.

» 7. Les grosses fèves plates, chez lesquelles l'enveloppe est généralement en proportion plus élevée que dans les petites fèves, sont aussi moins azotées. Ainsi on a trouvé dans les variétés énumérées plus haut :

	Matière azotée pour 100	
	à l'état normal.	à l'état sec.
Fèves d'Égypte	26,51	29,72
— de Bresse et Lorraine	25,40	28,76
— de Kœnigsberg	24,18	27,44
— d'Artois	23,87	27,43
— de Vendée et du Midi	23,31	26,62
— d'Algérie et de Tunisie	20,96	23,66

» Dans les fèves décortiquées à la main on a, à l'état normal, de 24 à 30 pour 100 de matière azotée et, à l'état sec, de 27 à 34 pour 100.

» La fève, surtout après décortication, représente donc une denrée alimentaire des plus azotées. Sa valeur nutritive est d'ailleurs établie depuis longtemps. Pline rapporte que les peuples du nord de l'Italie en faisaient le plus grand usage et la mêlait à tout ce qu'ils mangeaient : « faba sine qua nihil conficiunt » (*Hist. nat.*, lib. XVIII).

» La préférence donnée en France à la fève d'Égypte [1], par les fabri-

[1] Sur 28241456^{kg} de fèves importées en France, en 1895, il en est venu 23630575^{kg}

cants de farines de fève et de fèves décortiquées, est justifiée par l'état de siccité de cette denrée, sa richesse en azote, sa forme qui se prête bien à la décortication mécanique, et aussi par l'absence de plus en plus remarquée, sur les grands marchés, des fèves de Bourgogne, de Bresse et de Lorraine.

» 8. Voici quatre analyses qui donnent une idée exacte de la répartition des éléments dans les diverses parties de la fève. Il s'agit de fèves du Midi, venant de Bayonne.

	Fèves entières.	Amande (83,17 p. 100).
Eau	11,10	10,90
Matières azotées	22,95	26,98
» grasses	0,92	1,12
» sucrées et amylacées	54,11	56,74
Cellulose	7,68	1,16
Cendres	3,24	3,10
	100,00	100,00

	Germes (1,73 p. 100).	Enveloppes (15,10 p. 100).
Eau	8,90	9,80
Matières azotées	34,10	3,44
» grasses	2,80	0,25
» extractives	49,44	34,56
Cellulose résistante	0,76	49,70
Cendres	4,00	2,25
	100,00	100,00

M. B. **Boukteïeff** adresse une réclamation de priorité au sujet de la Communication de MM. *Binet* et *Courtier* sur la « Névro-psychose », et quelques observations relatives à l'action des rayons X sur les microbes et les maladies infectieuses.

(Renvoi à l'examen de MM. Marey et Potain.)

La séance est levée à 4 heures. J. B.

---

d'Égypte, 1154202^{kg} d'Algérie et 1164256^{kg} de Tunisie. Le reste a été fourni par l'Autriche, la Turquie, l'Allemagne, l'Espagne et les Pays-Bas.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 OCTOBRE 1896,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Éléments elliptiques de la comète Giacobini.* Note de M. **Perrotin**.

« Les éléments paraboliques relatifs à cette comète et publiés dans les *Comptes rendus* du 21 septembre dernier n'ayant pas permis de représenter les observations faites ultérieurement, nous avons dû, pour y satisfaire, recourir à l'hypothèse d'une orbite elliptique.

» Voici les éléments déduits des observations faites les 4, 12 et 27 septembre dernier au grand équatorial de l'observatoire de Nice :

Époque : 1896 sept. 15,5 t. m. de Paris.

$$\begin{aligned} M &= 353^\circ.33'.27'',9 \\ \varpi &= 334.18.47,7 \\ \Omega &= 193.34.34,4 \\ i &= 11.20.32,0 \\ \varphi &= 35.50.19,3 \\ \log a &= 0,544.114 \end{aligned}$$

(ϖ, Ω, i : écliptique et équinoxe de 1896,0.)

» Ces éléments montrent que la comète est à courte période, et que la distance aphélie est voisine de l'orbite de Jupiter. Il est intéressant de les comparer à ceux de la comète Faye.

» Nous reviendrons plus tard sur ce sujet lorsque de nouvelles observations en auront confirmé l'exactitude.

» Les calculs ont été faits, à la fois, par M. Giacobini et par moi. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé : « Calcul des différences », par M. *A.-A. Markoff,* membre de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, traduit en allemand par MM. Th. Friesendorff et E. Prümm.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'extension aux fonctions entières d'une propriété importante des polynomes.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. É. Picard.

« La propriété dont il s'agit est la suivante : désignons par G_i et H_i des polynomes tels qu'aucune des différences $H_i - H_j$ ne se réduise à une constante : *l'identité*

$$G_1(z)e^{H_1(z)} + G_2(z)e^{H_2(z)} + \ldots + G_n(z)e^{H_n(z)} = 0$$

n'est possible que si tous les G *sont nuls.*

» Cette propriété subsiste si les G et les H sont des fonctions entières satisfaisant à la condition que nous allons indiquer. Désignons par $e^{\psi(r)}$ le maximum du module de tous les G pour $|z| = r$; soit, d'autre part, $\varphi(r)$ une fonction telle que la plus grande valeur, pour $|z| = r$, du module de l'une quelconque des différences $H_i - H_j$, dépasse $\varphi(r)$. *Nous supposons que l'on a, au moins pour les valeurs de r dépassant une certaine limite,*

$$\log\varphi(r) > [\log\psi(r)]^\alpha, \tag{1}$$

α étant un nombre réel plus grand que un.

» On déduit aisément de là une généralisation très étendue d'un théorème de M. Picard, dont j'ai donné récemment une démonstration nouvelle (*Comptes rendus*, 11 mai 1896).

» Désignons par $G(z)$ une fonction entière et par $e^{\varphi(r)}$ la plus grande valeur de son module pour $|z| = r$. Soient, d'autre part, $A(z)$ et $B(z)$ deux fonctions entières sans facteur commun et $e^{\psi(r)}$ le maximum de leur module pour $|z| = r$; nous supposons ces fonctions A et B assujetties à l'unique condition d'être telles que les fonctions φ et ψ vérifient l'inégalité (1). Cela posé, considérons toutes les équations de la forme

$$A(z)\,G(z) = B(z), \tag{2}$$

et désignons, pour l'une quelconque d'entre elles, par $e^{\theta(r)}$ le nombre des racines dont le module ne dépasse pas r. Nous pourrons déterminer une fonction $\rho(r)$, telle que l'on ait, ε étant un nombre positif quelconque,

$$[\log\rho(r)]^{1-\varepsilon} < \log\theta(r) < [\log\rho(r)]^{1+\varepsilon},$$

au moins pour les valeurs suffisamment grandes de r. La fonction $G(z)$ étant toujours considérée comme donnée, *il peut y avoir exception pour au plus une équation de la forme* (2). Pour cette équation unique, le nombre des racines peut être inférieur à la limite indiquée par la règle précédente, et même être nul.

» Dans un prochain Mémoire, je développerai les méthodes qui m'ont conduit aux énoncés précédents. »

PHYSIQUE. — *Cryoscopie de précision; réponse à M.* Raoult. Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« A la suite d'expériences très soignées, dont il a présenté récemment les résultats (*Comptes rendus,* 28 septembre 1896), M. Raoult arrive à cette conclusion, que les critiques faites par moi à sa précédente Communication (*Comptes rendus,* 8 juin 1896 et 20 juillet 1896) « paraîtront sans doute mal fondées ». Je demande la permission de répondre à cette appréciation :

» 1° Ma première remarque est relative à la détermination du point de congélation réel par une méthode de convergence. J'ai écrit : « que la température de convergence t_0 déterminée par M. Raoult comportait une » erreur systématique, parce qu'elle correspondait à une vitesse de refroidissement nulle de la solution originelle, ou si l'on veut à un régime permanent établi avec cette solution en surfusion et le réfrigérant, et qu'elle » devrait plutôt correspondre à un régime permanent établi avec la solution congelée et le réfrigérant ». Dans sa dernière Communication,

M. Raoult adopte cette remarque, et il appelle *température convergente* cette température de régime permanent. De plus, il abandonne sa méthode de détermination du point de congélation à l'aide de la mesure des vitesses de refroidissement, et il admet que l'abaissement vrai doit correspondre au cas où la température convergente (ou de régime permanent) se confond avec le point de congélation, et où le rayonnement est nul. Or cette idée se trouve encore dans ma première remarque, laquelle est mise à profit par M. Raoult lui-même [1].

» Nous sommes maintenant d'accord sur les conditions nécessaires pour obtenir le point de congélation vrai d'une solution; mais nous ne le sommes pas encore sur les moyens à employer pour réaliser le mieux possible ces conditions.

» Je reprocherai à la méthode de M. Raoult de ne pas réaliser la condition de rayonnement nul : en effet, lorsque la température convergente se confond avec le point de congélation, le réfrigérant est à une température plus basse de 0°,25. Pour avoir un rayonnement nul, il faudrait supprimer toute cause de réchauffement dont l'effet doit être annulé par ce rayonnement : d'abord, préserver complètement l'éprouvette cryoscopique à sa partie supérieure contre tout apport de chaleur extérieure, et, cela étant obtenu, il faudrait *réduire au minimum l'agitation*, comme je l'ai écrit. L'équilibre entre la glace et la solution se rapprocherait ainsi le plus de l'équilibre théorique où les corps sont en repos. M. Raoult critique ma méthode, parce que je cherche à opérer dans ces conditions; il voit là la source de graves erreurs.

» 2° La troisième remarque est l'énoncé de faits expérimentaux : la loi de Blagden ne peut être admise dans la cryoscopie de précision;

» 3° La deuxième remarque montre que, si l'écart $t_0 - t_1$ est proportionnel à la concentration, on arrive à une relation très discutable : cette remarque n'a pas été considérée par M. Raoult;

» 4° J'avais conclu, d'après cela, que la relation

$$t_0 - t_1 = qC_0$$

n'était pas justifiée. Pour répondre à cette quatrième remarque, M. Raoult applique ses résultats expérimentaux à la vérification *directe* de cette relation. Si cette vérification était parfaite, elle n'entraînerait pas la fausseté de

---

(1) Voir aussi : *Recherches sur la congélation des solutions aqueuses étendues*, p. 36 et 52.

la deuxième et de la troisième remarque; la deuxième étant indiscutable, la troisième n'en serait établie que plus solidement;

5° La cinquième remarque est résumée dans la relation

$$t_0 - t_1 : t_0 = v_1 : [t_0 K - t_0 \varphi(s)]$$

ou

$$(a) \qquad C_1 - C_0 : C_0 = v_1 : [C_0 K - C_0 \varphi(s)],$$

à laquelle M. Raoult oppose la suivante :

$$(b) \qquad C_1 - C_0 : C_0 = q.$$

» Or, les valeurs de $C_1 - C_0$ données par M. Raoult sont inférieures à 0°,006. Elles présentent avec celles de $C_0 q$ des différences dépassant 0°,001 (0°,0014) qu'il attribue à des erreurs d'observation, c'est-à-dire que, dans quatre cas sur six, les valeurs de $C_1 - C_0$ sont du même ordre de grandeur que les erreurs qu'elles peuvent comporter. La vérification de la relation (*b*) ne peut donc pas être considérée comme établie.

» J'ai l'espoir de communiquer dans quelque temps à l'Académie les résultats de mesures directes de la pression osmotique : ils seront, je crois, d'une grande importance dans le débat qui fait l'objet de cette Note ([1]). »

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur le cyanamide.* Note de M. **Paul Lemoult.**

« Le cyanamide $CAzAzH^2$ est un corps fort important, à cause de ses relations avec l'urée, à cause de sa constitution et en raison des nombreux produits de polymérisation auxquels il donne naissance.

» Je l'ai préparé, en assez grande quantité, en désulfurant la sulfo-urée à l'aide de l'oxyde de mercure; l'opération, qui réussit très bien en prenant les précautions indiquées par Drechsel, donne une solution de cyanamide. Par évaporation, on obtient une masse solide; il est difficile d'éviter, pendant cette évaporation toujours assez lente, la formation de dicyandiamide $(CAzAzH^2)^2$, et la chute de poussières qui donnent au produit une teinte d'un gris sale. Je l'ai purifié par filtration; le cyanamide fondu traverse un tampon de coton et il est recueilli dans une atmosphère desséchée où il se solidifie; les matières solides en suspension sont arrêtées, ainsi que le dicyandiamide qui fond seulement à 205°. Le corps ainsi obtenu fond à 42° en un liquide parfaitement limpide, légèrement jaunâtre; par refroidissement, il se solidifie

([1]) Ce travail a été fait au Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

en une masse compacte de cristaux incolores, totalement solubles dans l'éther. J'en ai vérifié la pureté en y dosant l'azote par la méthode de Dumas.

Azote trouvé.........	66,83 66,81	Azote calculé.......	66,66

» En raison de son aptitude à se polymériser, j'ai dû déterminer le poids moléculaire du produit employé; sa cryoscopie dans l'acide acétique m'a donné 43,2 au lieu de 42.

» Je me suis servi de cet échantillon pour évaluer les constantes thermochimiques du cyanamide.

» Sa chaleur de combustion a été déterminée au moyen de la bombe calorimétrique; en raison de l'extrême rapidité avec laquelle le cyanamide absorbe la vapeur d'eau, j'ai enveloppé le corps à brûler dans un petit sac en coton azotique (fabriqué avec du collodion) et je me suis assuré de l'efficacité de cette protection pour la durée d'une expérience. Voici, rapportés à 1^{gr}, les résultats des combustions :

4090,6	4069,3	Moyenne : 4090^{Cal} par gramme.
4097,6	4102,8	

» D'où l'on déduit, pour la molécule, les nombres suivants :

	A volume constant.	A pression constante.
Chaleur de combustion..................	$171^{Cal},78$	$171^{Cal},5$
» de formation (à partir des éléments).	$8^{Cal},4$	$8^{Cal},2$

» Le cyanamide est donc un composé endothermique; et ceci correspond bien à sa grande instabilité, qui se manifeste par une tendance très marquée à la polymérisation, en dicyandiamide et cyanuramide.

» J'ai déterminé également la chaleur de dissolution dans l'eau du cyanamide.

» J'ai fait un grand nombre de déterminations très concordantes; le nombre $-3^{Cal},59$ rapporté à une molécule est la moyenne de 8 expériences dont les résultats extrêmes sont $-3,67$ et $-3,55$. Les dilutions extrêmes étaient 7^{lit} et 15^{lit} par molécule; la dilution, dans ces limites, n'influence pas le phénomène.

» Des résultats précédents, on déduit :

$$C + Az^2 + H^2 = CAz^2H^2 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad -8^{Cal},4$$
$$CAz^2H^2 \text{ diss.} \ldots\ldots \quad -12^{Cal}$$

» Il est à remarquer que c'est surtout en solution que le cyanamide est le moins stable. Les résultats numériques précédents permettent aussi

d'établir l'équation complète du phénomène principal qui donne naissance au cyanamide.

$$\underset{20,9}{CS(AzH^2)^2 \text{ diss.}} + \underset{21,5}{HgO \text{ préc.}} = \underset{10,6}{HgS \text{ préc.}} + \underset{69}{H^2O \text{ liq.}} + \underset{-12}{CAz^2H^2 \text{ diss.}} \ldots\ldots + 25^{Cal},2$$

» Cette réaction produit en effet un dégagement de chaleur fort appréciable.

» De même l'hydratation du cyanamide pour sa transformation en urée dégagerait $20^{Cal},2$ à l'état dissous.

» La chaleur de dissolution du cyanamide dans divers acides étendus et notamment dans l'HCl, est la même qu'en liquide neutre; j'ai trouvé $-3^{Cal},56$ et $-3^{Cal},57$; les acides étendus sont donc sans action sur le cyanamide; on a bien décrit cependant une combinaison chlorhydrique $CAz^2H^2, 2HCl$, mais elle ne se forme pas dans les conditions indiquées.

» Il en est tout autrement pour les alcalis; la dissolution du cyanamide dans la potasse étendue, par exemple, produit un faible dégagement de chaleur; il y avait lieu d'étudier la neutralisation du cyanamide dissous par les alcalis également dissous.

» 1° *Potasse.* — Quand on ajoute, à 1 molécule de cyanamide dissous, 1 molécule de potasse dissoute, on observe un dégagement de chaleur de $+3^{Cal},72$ (moyenne entre 3,71 et 3,73); l'addition d'une seconde molécule produit un effet à peine appréciable, de $0^{Cal},1$; un excès de potasse ne produit aucun effet thermique. La neutralisation en une seule fois, par addition de 2 molécules de KOH, m'a donné $+3^{Cal},9$. J'ai tenté une autre vérification, en dissolvant le cyanamide solide dans un grand excès de potasse; le dégagement de chaleur varie entre $0^{Cal},17$ et $0^{Cal},23$, moyenne $0^{Cal},2$, ce qui donne, pour chaleur de neutralisation des substances dissoutes, le nombre $+3^{Cal},79$ $(3,59 + 0,2)$.

» 2° *Soude.* — Les résultats sont tout à fait du même ordre de grandeur :

1re molécule de soude..............	Cal 3,55	
2e »	0,05	$+3^{Cal},6$
3e »	0,00	

» La dissolution du cyanamide solide dans un excès de soude ne donne lieu à aucun phénomène thermique; la neutralisation dégage donc $+3^{Cal},6$.

» 3° *Ammoniaque.* — Les résultats ne présentent avec les précédents que les différences habituelles entre l'alcali volatil et les alcalis fixes. Le cyanamide solide dissous dans l'ammoniaque absorbe $-2^{Cal},21$; ce qui donne, pour chaleur de neutralisation, le nombre $+1^{Cal},38$.

» Il résulte de ces expériences que le cyanamide en solution aqueuse

se comporte comme un acide, dont l'énergie est comparable à celle de l'HCy. Il semble donc que les deux hydrogènes typiques du cyanamide sont différents. En réalité, tous deux sont remplaçables par des métaux monovalents; mais on sait aussi que le sel disodique, par exemple, décomposé par l'eau se transforme en sel monométallique et en soude. Cela suffit pour expliquer les différences que je signale plus haut entre les 2H du cyanamide. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Étude du système nerveux* sus-intestinal (stomato-gastrique) *des Orthoptères de la tribu des* Mecopodinæ (Platyphyllum giganteum [1]). Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le *système nerveux sus-intestinal* (stomato-gastrique) n'a été, chez les *Mecopodinæ*, l'objet d'aucune recherche. Ce système est pourtant très développé dans la plupart des genres qui composent cette tribu. Nous l'avons étudié chez une espèce géante, mesurant 63^{mm} de longueur, le *Platyphyllum giganteum* [2]. Chez cette espèce, le système sus-intestinal (stomato-gastrique) comprend un *ganglion frontal,* un *ganglion œsophagien* ou *hypo-cérébral,* une paire de *ganglions latéro-œsophagiens* et deux *ganglions intestinaux* placés à la face postérieure du jabot. Ces divers ganglions sont reliés entre eux par plusieurs cordons nerveux dont les principaux sont : le *nerf récurrent impair* ou *antéro-médian* et les deux nerfs *récurrents pairs* ou *latéro-postérieurs*. Le grand nombre des centres nerveux et les multiples branches qui en partent indiquent suffisamment que ce système doit jouer un grand rôle dans l'accomplissement des fonctions digestives et principalement dans les mouvements spéciaux que doivent exécuter le jabot et surtout le gésier pour la trituration complète des aliments.

» Le système nerveux sus-intestinal du *Platyphyllum giganteum* débute par le *ganglion frontal,* qui est rattaché aux connectifs œsophagiens par deux racines. Chaque racine naît du connectif, au-dessous du cerveau, à peu près vers la région médiane de l'œsophage. Elle se dirige en avant,

---

(1) Extrait d'un Travail : *Système nerveux sus-intestinal des Orthoptères,* fait au Muséum (laboratoire de M. le professeur Edm. Perrier).

(2) Cet échantillon, ainsi que beaucoup d'autres, m'a été très obligeamment fourni par M. Ch. Brongniart, Assistant au Muséum.

en s'insinuant à travers la couche musculaire reliant l'œsophage aux parois voisines. Après un court trajet horizontal, chaque racine se relève légèrement, s'applique contre les parois œsophago-pharyngiennes, passe peu à peu vers la face dorsale de l'organe et pénètre ensuite dans le ganglion frontal. Ce dernier a une forme ovoïde, est légèrement bombé en avant, aminci et conique en arrière et renflé sur ses deux faces supérieure et inférieure. Son extrémité postérieure, légèrement conique, donne naissance à un gros tronc nerveux cylindrique, apparaissant très nettement au-dessus des parois pharyngiennes et constituant le nerf *récurrent impair*, ou *médio-antérieur*. Ce dernier, après un trajet de 3^{mm} à 4^{mm}, pénètre, sans se ramifier, dans le ganglion œsophagien.

» Le *ganglion œsophagien* ou *hypo-cérébral* est une masse nerveuse volumineuse, à face supérieure convexe, de forme quadrangulaire et de laquelle partent de nombreuses ramifications, dont les plus importantes sont deux branches latérales qui, après avoir formé au-dessus de l'œsophage une sorte de plexus, vont pénétrer dans les *ganglions latéro-œsophagiens*. Ces derniers, appliqués contre les parois latérales et inférieures de l'œsophage, affectent une forme sphérique et ont une teinte blanchâtre. De leur face externe naissent deux branches qui se dirigent, en se ramifiant, l'une en avant et l'autre en arrière. Enfin, des cornes postérieures du ganglion *hypo-cérébral* naissent deux gros troncs nerveux constituant les *nerfs récurrents pairs* ou *latéro-postérieurs*. Ces deux cordons suivent les parois latérales du jabot auxquelles ils sont étroitement fixés. Ils ne présentent, sur leur trajet, aucun renflement ganglionnaire, mais émettent, de part et d'autre, de nombreuses branches, de dimension variable, qui vont innerver les parois supérieures et latérales de l'organe et plusieurs grappes de glandes salivaires. Arrivés vers l'extrémité postérieure du jabot, ils décrivent une légère courbure et continuent leur trajet sur les parois latérales du pédoncule du gésier, où ils ne tardent pas à pénétrer dans les ganglions intestinaux.

» Les *ganglions intestinaux* sont pairs, symétriques par rapport à l'axe du tube digestif et fixés en un point situé au tiers antérieur du pédoncule du gésier. Ils sont blanchâtres, ovoïdes et émettent, de chaque côté, plusieurs branches qui vont se ramifier sur les parois latérales du pédoncule et la portion postérieure du jabot. Une branche issue de la partie postérieure de chaque ganglion intestinal se dirige en arrière en parcourant les parois latérales du gésier. Arrivée au point d'insertion du cœcum intestinal avec le tube digestif, elle se ramifie et donne quatre branches principales, dont

deux vont innerver l'extrémité antérieure de l'intestin moyen. La troisième, à direction interne, se distribue sur les parois postérieures du gésier, et la quatrième monte le long des parois du cœcum intestinal, auquel elle envoie de nombreux filaments nerveux d'une extrême ténuité. »

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 octobre 1896.

Annales de l'observatoire d'Astronomie physique de Paris, sis parc de Meudon (Seine-et-Oise), publiées par M. J. Janssen, Directeur de l'observatoire. Tome I. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-4°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Octobre 1896. Tome IX. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France. Tome XXIV. 1896. Juillet 1896. Paris; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et M. Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 20 septembre 1896. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, publiées sous les auspices de la Municipalité et avec le concours du Conseil général des Bouches-du-Rhône. Tome VII. Paris, G. Masson, 1896; 1 vol. in-4°.

Rapport sur les travaux du Conseil général de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord pendant l'année 1895, présenté à M. le Préfet du Nord, par M. Thibaut, Secrétaire général, Inspecteur de la salubrité, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine. Lille, L. Danel, 1896; 1 vol. in-8°.

The geographical Journal, including the Proceedings of the royal geographical Society. October 1896. London, Edward Stanford; 1 vol. in-8°.

Records of the botanical Survey of India. Volume I. N° 7. A Note on indian

Wheat-Rusts, by D.-D. Cunningham and D. Prain. Calcutta, 1896; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 octobre 1896.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Septembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1896, juin-juillet. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 2 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. N° 9. Tome I; 5e série. Paris, 1896; 1 vol. gr. in-4°.

Table de triangulaires de 1 *à* 100000, *suivie d'une Table de réciproques des nombres, à cinq chiffres, de* 1 *à* 100000 *et d'une Table de sinus et tangentes naturels variant de* 30″ *en* 30″ *de* 0° *à* 90°, *avec texte explicatif,* par A. Arnaudeau, ancien Élève de l'École Polytechnique, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Septembre 1896. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort. Tome III. N° 18. 30 septembre 1896. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. 5 octobre 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille. T. VI; fasc. I, II, III. Marseille, Barthelet et Cie; 3 fasc. in-4°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Bulletin de septembre 1896. Paris, 1896; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris. Tome VII. N° 1. 1895-1896. Paris, 1896; 1 fasc. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique. Novembre 1896. Directeur : Joseph Vinot. Paris, 1896; 1 fasc. gr. in-8°.

Revue scientifique. 4e série. Tome VI. 10 octobre 1896. Paris, Chamerot et Renouard, 1896; 1 fasc. in-4°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique. Cinquième fascicule. Bruxelles, Hayez, 1896; 1 fasc. in-8°.

Differenzenrechnung, von A.-A. MARKOFF, Professor an der kaiserlichen Universität zu St-Petersburg. Mitglied der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St-Petersburg. Leipzig, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 OCTOBRE 1896,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Trécul,* Membre de la Section de Botanique, décédé à Paris le jeudi 15 octobre.

Les obsèques ont eu lieu aujourd'hui lundi.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches relatives à la décomposition des sucres sous l'influence des acides et spécialement à la production de l'acide carbonique;* par MM. **Berthelot** et **G. André.**

I.

« La transformation des sucres et hydrates de carbone en acide carbonique, par voie humide, a depuis longtemps attiré l'attention, en raison de

ses relations avec la respiration végétale et animale, ainsi qu'avec les fermentations et la constitution même des principes sucrés. C'est ce qui nous a engagés à approfondir nos premières observations ([1]) sur la production de l'acide carbonique, par l'action purement chimique des acides étendus sur ces principes; les nombreux et habiles expérimentateurs, qui ont étudié la réaction des acides, ayant laissé cette production en dehors de leur champ d'étude. Nous avons été conduits ainsi à reprendre l'examen des conditions où prennent naissance, d'une part, l'acide humique, et, d'autre part, les acides lévulique et formique. Nos observations nous paraissent de nature à faire envisager la décomposition des sucres par les acides comme résultant de trois ordres de réactions simultanées, mais, à certains égards, indépendantes les unes des autres, savoir : la transformation des sucres en acide humique et eau ayant lieu surtout par condensation moléculaire; leur changement en acides lévulique et formique, par dédoublement, dont l'étude a été fort approfondie (Kiliani, Tollens et Grote, Conrad et Guthzeit); enfin la production de l'acide carbonique, attribuable à des phénomènes d'un autre ordre.

» Nos expériences ont consisté à traiter les hydrates de carbone, glucose ordinaire (dextrose), lévulose, galactose, maltose ([2]) et à faire réagir sur ces hydrates un acide minéral plus ou moins étendu, tel que l'acide chlorhydrique, sulfurique, ou phosphorique. Ce dernier nous a paru préférable, dans la plupart des cas, parce qu'il ne distille pas avec l'eau, comme l'acide chlorhydrique, et qu'il n'est pas susceptible d'exercer une action oxydante, comme l'acide sulfurique concentré.

» Nous avons opéré : tantôt dans des tubes scellés à la lampe, au sein desquels on fait le vide, et que l'on maintient à 100° pendant un temps déterminé, disposition qui permet d'étudier les gaz, et d'empêcher le départ des produits volatils; tantôt dans des ballons chauffés au bain d'huile, de façon à prévenir toute surchauffe locale. Dans les ballons mêmes, on a opéré de deux manières en condensant l'eau, soit à l'aide de réfrigérants ascendants, qui ramènent continuellement au ballon les liquides volatils, et maintiennent constante la composition des mélanges; soit à l'aide de réfrigérants descendants, qui éliminent à mesure les composés volatils, et les soustrayent à la fois à l'action prolongée des composés

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 711.

([2]) L'arabinose fera l'objet d'une Note spéciale.

fixes et de la température élevée. Dans le dernier cas on renouvelle à mesure l'eau qui distille, pour maintenir fixe, autant que possible, la concentration.

» Les expériences ont été exécutées les unes dans le vide, d'autres dans l'air, les autres encore dans une atmosphère d'hydrogène.

II.

» Voici les corps que nous nous sommes particulièrement attachés à doser.

» 1° *Glucose inaltéré.* — Par la liqueur de Fehling. Ce dosage est assez imparfait, surtout en présence d'un grand excès d'acide phosphorique. En outre, les glucosanes dont il sera question plus loin et qui ne décomposent pas nettement le réactif réagissent cependant sur lui avec une lenteur plus grande, de façon à laisser la limite un peu incertaine.

» 2° *Acide carbonique.* — Avec les tubes scellés, on a récolté les gaz sur le mercure et tenu compte de la proportion restée dissoute, par des essais spéciaux, opérés sur un liquide identique. Avec les ballons, on a recueilli l'acide carbonique dégagé, en l'entraînant par un courant gazeux, à travers de l'eau de chaux.

» 3° *Oxyde de carbone.* — Par le chlorure cuivreux acide, après séparation de CO^2.

» 4° *Acide humique.* — Par lavages, dessiccation à 100° et pesée. Dans ces conditions, sa composition répond à $C = 66,4$; $H = 4,5$; $O = 29,1$. Elle a été vérifiée sur divers échantillons.

» 5° *Acide formique.* — En distillant rapidement les eaux de lavage des tubes scellés, et en remplaçant l'eau jusqu'à épuisement sensible de l'acide volatil ; on neutralise le liquide distillé par l'eau de baryte, on l'évapore à sec au bain-marie, et l'on analyse la totalité du sel obtenu : laquelle répond sensiblement aux formiates, dans la plupart des cas, sauf un léger excès de carbone, dû à la volatilisation de l'acide lévulique. — Pour les ballons, mêmes opérations sur les liquides distillés.

» 6° *Acide lévulique.* — Le dosage de cet acide a été effectué quelquefois par les auteurs par voie indirecte, d'après le titre acide des produits fixes, en tenant compte de la proportion des acides minéraux étrangers. Ce procédé est évidemment peu sûr. Nous avons préféré recourir à la méthode des coefficients de partage entre l'eau et l'éther, en observant les règles données par l'un de nous (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XXVI, p. 396, 433; 1872), méthode précieuse dans les cas où il n'existe qu'un

seul acide éliminable par l'éther de ses solutions aqueuses étendues : ce qui est sensiblement le cas actuel, pour les acides fixes. Nous avons en effet vérifié la constance de ce coefficient sur les parties successives dissoutes dans l'éther. L'acide phosphorique, qui accompagne l'acide lévulique n'est, au contraire, dissous dans l'éther qu'en proportion extrêmement faible.

» La liqueur aqueuse étant concentrée à un point tel, qu'elle contienne plus de 2 parties d'eau pour 1 partie d'acide phosphorique, on l'agite avec 5 fois son volume d'éther, lequel prend à peu près la moitié de l'acide lévulique primitif. Cet éther est décanté, et agité à son tour avec le cinquième de son volume d'eau; puis on détermine le titre acide des liqueurs aqueuses et éthérées, obtenues après la seconde opération. Nous avons constaté d'ailleurs que le coefficient de partage, relatif à l'acide lévulique, est égal à 0,23 dans les conditions de température et de dilution actuelles; c'est-à-dire que, si 10^{cc} de la liqueur aqueuse finale contiennent un poids A d'acide lévulique, 10^{cc} de la liqueur éthérée finale en renferment $0,23 \times A$.

» L'emploi de cette méthode exige l'élimination préalable de l'acide formique. Elle comporte diverses vérifications, telles que la pesée et l'analyse élémentaire de l'acide dissous dans l'éther. Ces pesées ont répondu à la dose calculée d'acide lévulique et à sa composition élémentaire ([1]).

» 7° *Furfurol.* — Ce composé se rencontre en petite dose dans les produits obtenus par distillation. On le dose au moyen de la phénylhydrazine. Nous n'avons pas rencontré d'autre matière neutre volatile, en dose appréciable.

» 8° *Eau.* — L'eau formée a pu être calculée, dans les cas où tous les produits précédents ont été dosés, et nous avons contrôlé ce calcul, en faisant la somme des éléments dosés et en la comparant au poids du glucose initial. On verra tout à l'heure que ce contrôle tend à prouver que *les principes dosés dans les opérations faites en tubes scellés, renferment sensiblement la totalité des composés formés par la décomposition du glucose.*

III. — Tubes scellés a la lampe.

» Dressons d'abord le Tableau des résultats obtenus dans les tubes scellés à la lampe et maintenus à 100°, d'une façon continue, pendant six cent quarante-quatre heures.

([1]) En tenant compte de petites quantités d'acide phosphorique, dissous en même temps et qui a été dosé.

» Glucose initial, $3^{gr},349$; PH^3O^4, $16^{gr},78$; eau, 19,5; volume total, 31^{cc}; densité, 1,28. On a analysé les produits : 1° après cent quinze heures; 2° après cent soixante-huit heures; 3° après six cent quarante-quatre heures.

	Poids total :			Carbone :			Hydrogène :			Oxygène :		
Glucose....................	100.			40,00.			6,67.			53,33.		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
e carbonique ..	1,47	1,40	2,07	0,40	0,38	0,56	0	0	0	1,07	1,02	1,51
de de carbone..	0,17	0,59	1,19	0,07	0,25	0,44	0	0	0	0,10	0,34	0,75
e formique....	6,65	10,70? (1)	11,90	1,76	2,78?	3,09	0,29	0,46?	0,51	4,60	7,46?	8,30
e lévulique....	20,70	37,10	39,88	10,71	19,18	20,62	1,42	2,55	2,75	8,57	15,36	16,50
le humique	16,90	23,10	23,60	11,20	15,30	15,70	0,76	1,04	1,06	4,90	6,75	6,85
ose inattaqué..	12,10	0	0	4,84	0	0	0,81	0	0	6,47	0	0
Total.......	57,99	72,89	78,64	28,98	37,89	40,41	3,28	4,05	4,32	25,71	30,93	33,91
Perte.......	42,01	27,11?	21,36	11,02	2,11?	—0,41	3,39	2.62?	2,45	27,62	22,40?	19,42

» *Eau.* — Comparons d'abord les doses d'oxygène et d'hydrogène non retrouvées, afin de nous rendre compte de la proportion d'eau éliminée. On est conduit ainsi à diviser par 8 le poids de l'oxygène, ce qui donne les quotients respectifs

3,43 2,80 2,43;

l'hydrogène perdu étant, d'autre part,

3,39 2,62 2,45.

» Ces nombres, pris deux à deux, peuvent être, en pratique, regardés comme les mêmes; c'est-à-dire que la perte est constituée soit par de l'eau, soit par des hydrates de carbone. Or, à la fin de l'expérience, le carbone des produits est égal au carbone du glucose, dans les limites d'erreur : à ce moment, tous les produits carbonés de la décomposition du glucose sont donc représentés dans nos analyses.

» L'eau éliminée à ce moment dérive à la fois de la formation de l'acide humique et de la formation simultanée des acides lévulique et formique.

» *Glucosane.* — Au début, c'est-à-dire après cent dix-huit heures, il manquait environ un quart du carbone; lequel devait exister dans les liqueurs à l'état d'un hydrate de carbone, analogue à la glucosane, non dosable par le réactif cupropotassique, d'après ce qui précède.

» Après cent soixante-huit heures, il en aurait subsisté encore 5 cen-

(1) Ce dosage laisse quelque incertitude.

tièmes, s'il était permis de compter sur les dosages de l'acide formique. Ces résultats paraissent indiquer que la transformation du glucose dans les produits signalés par le Tableau n'est pas immédiate et directe, mais précédée par une formation de glucosane $(C^6H^{10}O^5)^n$, engendrée en vertu d'une première déshydratation, accompagnée probablement par une condensation moléculaire.

» En opérant en tubes scellés, par actions prolongées, on ne retrouve pas de furfurol, ce produit étant polymérisé dans ces conditions.

» Examinons maintenant les rapports entre les divers composés formés.

» *Acides formique et lévulique.* — On sait que l'acide lévulique et l'acide formique et l'eau représentent en théorie une décomposition complète du glucose, d'après la formule

$$C^6H^{12}O^6 = C^5H^8O^3 + CH^2O^2 + H^2O.$$

» Cette formule exigerait que le carbone de l'acide formique fût égal au cinquième de celui de l'acide lévulique. Or, toutes nos analyses indiquent un chiffre plus élevé, celui de 1 : 3,3 à la fin; ou même de 1 : 3 au début. Il en résulte qu'une portion de l'acide formique, le tiers environ à la fin, dérive d'une autre réaction. La différence serait ici même un peu plus forte, si l'on réunissait le carbone de l'oxyde de carbone à celui de l'acide formique, qui en est l'hydrate.

» *Acide humique.* — Cette production excédante d'acide formique correspond à la formation de l'acide humique. En effet, ce dernier répond, d'après nos analyses, à la formule $C^{18}H^{14}O^6$ (*Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XXV, p. 368), c'est-à-dire qu'il renferme un excès d'hydrogène (un septième), par rapport aux hydrates de carbone.

» Les formations de l'acide lévulique et de l'acide humique sont, au contraire, indépendantes l'une de l'autre. En effet, l'acide lévulique, chauffé en tubes scellés à 100°, avec l'acide phosphorique, PH^3O^4, même pur et sans eau, ne forme pas trace de matière noire. Ceci prouve que la formation de l'acide lévulique ne répond pas à une première période de réaction et celle de l'acide humique, à une période consécutive, comme on l'avait supposé. En outre, les poids des acides lévulique et humique, qui prennent naissance en des temps différents, ne sont pas en rapport constant, la formation de l'acide humique étant accomplie aux deux tiers au bout de cent quinze heures de chauffe à 100°; tandis que celle de l'acide lévulique n'a atteint alors que la moitié de sa limite.

» A ce moment, il subsistait encore 12 centièmes de glucose, un quart

du carbone du glucose total étant à l'état de glucosane. Au bout de cent soixante-huit heures, la production de l'acide humique est sensiblement accomplie, tandis que celle de l'acide lévulique continue encore, le glucose ayant à ce moment disparu entièrement. La glucosane paraît donc, pendant cette période, se changer en acide lévulique, de préférence à l'acide humique.

» Au contraire, en opérant avec 1^{gr} de glucose et 5^{gr} d'une solution aqueuse saturée de HCl, dans un tube rempli en outre de gaz chlorhydrique, scellé et chauffé à 100° pendant vingt-cinq heures, presque tout le glucose se change en acide humique. En effet, le glucose étant ainsi traité, 100 parties de son carbone se sont réparties comme il suit :

Carbone du glucose..............	100
Carbone de l'acide humique...... ..	89,0
Carbone de l'acide carbonique......	0,9
Carbone de l'oxyde de carbone.....	2,9
Carbone de l'acide formique........	1,9
	94,7
Carbone des matières fixes solubles (acide lévulique et matières extractives, pesant en tout 4^{gr},85) et perte.	5,3

» On voit que, dans ces conditions, la formation de l'acide humique est tout à fait prépondérante; non, sans doute, parce que l'acide lévulique serait détruit pour l'engendrer, mais parce que la formation dudit acide lévulique, beaucoup plus lente, n'a pas le temps de se développer.

» Voici divers essais, faits en tubes scellés, avec des acides étendus (50^{cc}) et 10^{gr} de glucose; le tout maintenu à 100°, durant vingt-huit heures.

	Pour 100 parties de glucose.	
	Acide humique.	Acide formique.
HCl à 12,3 centièmes...	8,5	4,96
» à 6,15 » ...	2,6	2,30
SO^4H^2 à 8,5 » ...	1,4	1,5
PO^4H^3 à 28,0 » ...	0,8	0,6
» à 9,4 » ...	0,07	0,16

» On voit qu'il n'y a pas proportionnalité entre l'acide humique et l'acide formique. Dans tous les cas, nous avons reconnu que la formation de l'acide lévulique au début, avec les acides minéraux étendus, se fait plus vite que celle de l'acide humique, conformément aux observations qui ont précédé les nôtres. Mais ceci ne tient pas à ce que les deux forma-

tions répondraient à deux périodes distinctes et successives de la décomposition. La cause véritable est due à ce que la vitesse de formation de l'acide humique décroît plus vite que celle de l'acide lévulique, à mesure que diminue la concentration des acides minéraux qui déterminent ces formations.

» *Acide carbonique et oxyde de carbone.* — Reste à discuter la formation de ces deux composés. Leur dose est faible à 100°, attendu qu'elle ne comprend pas plus de $2\frac{1}{2}$ centièmes du carbone du glucose; proportion trop peu considérable pour qu'on puisse remonter à l'équation génératrice. L'oxyde de carbone varie surtout. Une partie de ce composé dérive sans doute de l'acide formique. En effet, une solution aqueuse, telle que 150^{cc}, renferment 90^{gr} PO^4H^3 et 5^{gr} CH^2O^2, ayant été chauffée en tube scellé à 100°, pendant cent quatre-vingt-dix heures, a dégagé 0^{gr},100 d'oxyde de carbone, exempt d'acide carbonique : ce qui répondrait à 3 centièmes environ d'acide formique décomposé. Avec HCl saturé, la décomposition de l'acide formique va beaucoup plus loin, sans cependant devenir totale.

» Au contraire, l'acide lévulique pur, chauffé à 100° avec quatre fois son poids d'acide PO^4H^3 pur, pendant vingt-quatre heures, dans un tube où le vide avait été fait au préalable, n'a pas fourni trace d'oxyde de carbone; mais seulement une trace d'acide carbonique, inférieure à un millième de son poids (0,0007). De même, 3^{gr},083 d'acide lévulique cristallisé ayant été placés dans un tube avec 10^{cc} d'acide chlorhydrique, en solution aqueuse saturée à froid, le tube étant scellé et chauffé à 100° pendant vingt-huit heures, il s'est produit seulement 0^{gr},009 de CO^2, sans acide humique.

» Ces actions sont donc extrêmement faibles; elles cessent d'ailleurs complètement, dès que la dilution devient sensible.

» En effet, l'acide lévulique, chauffé à 100°, pendant soixante-quatre heures, avec la même solution chlorhydrique à 12,3 centièmes que le glucose, n'a fourni aucun gaz.

» L'expérience suivante avait pour objet d'étudier de plus près les débuts de la formation de l'acide carbonique aux dépens du glucose.

» Dans un ballon, on a placé 50^{gr} de glucose hydraté, on y a fait le vide, et l'on a introduit par petites portions successives quelques centaines de centimètres cubes d'acide chlorhydrique saturé à froid, sans que rien pût s'échapper. Cela fait, on a chauffé au bain d'huile et recueilli les gaz dégagés. La réaction s'est déclarée subitement, lorsque la température du bain a atteint 85°; mais elle n'était pas assez violente pour produire le gonflement de la masse. Ce dernier phénomène a eu lieu seulement lorsque

le bain d'huile est monté vers 120°. On a recueilli les gaz suivants :

	Après 1^h, à 120°.	Seconde heure.	$1^h\frac{1}{2}$ consécutive.
CO^2..............	$8^{cc},36$	$25^{cc},8$	$51^{cc},4$
CO	$0^{cc},48$	$3^{cc},04$	$23^{cc},3$

» La réaction est donc progressive, et elle s'active avec le temps. Au début, il n'y a, pour ainsi dire, point d'oxyde de carbone; mais la dose de ce gaz devient plus considérable, au bout de quelques heures.

» Dans l'expérience exécutée avec l'acide phosphorique en tube scellé, qui a été décrite plus haut, l'acide carbonique s'est produit en majeure partie dans les cent quinze premières heures à 100°, et il n'a pas augmenté tout à fait de moitié pendant les cinq cents trente heures consécutives : ce dernier accroissement étant attribuable, au moins en partie, à une décomposition lente de l'acide humique.

» En effet, l'acide humique, aussi pur que possible, étant chauffé en tube scellé à 100°, pendant vingt-cinq heures, avec une solution aqueuse saturée à froid de HCl, a dégagé pour 1^{gr} d'acide humique

$$CO^2 = 0^{gr},010 \qquad \text{et} \qquad CO = 0,001.$$

» L'acide humique continue donc à se modifier sous l'influence prolongée des acides : ce qui explique les petites variations observées dans sa composition.

IV. — Expériences par distillation.

» Dans ces expériences, les produits volatils étaient éliminés à mesure, de façon à les soustraire aussitôt à l'action des matières contenues dans les ballons.

» A. Glucose : 5^{gr}; PO^4H^3 : $61^{gr},8$; on dissout le tout dans 200^{cc} d'eau, et l'on chauffe le ballon au bain d'huile, de façon à ne pas dépasser 120°. Deux cent soixante-dix-huit heures de chauffe, l'expérience étant arrêtée chaque soir. On remplace à mesure l'eau distillée. On opère dans un courant lent d'hydrogène.

			gr		cc			
B	Glucose 5^{gr}.	SO^4H^2.	30	+Eau.	200	Courant d'air.	256^h de chauffe.	
C	»	PO^4H^3.	51	+Eau.	200	Hydrogène...	24	Distillation rapide.
D	»	SO^4H^2.	24	+Eau.	200	Hydrogène...	29	
{ E	»	HCl...	24,6	+Eau.	200	Air..........	24	
{ G	»	HCl...	24,6	+Eau.	200	Hydrogène...	24	

» Les expériences C, D, E, G simultanées, dans le même bain d'huile.

	Pour 100 parties de glucose.					
	A.	B.	C.	D.	E.	G.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
CO^2	9,3	6,8	1,20	1,14	1,24	1,28
CH^2O^2 et analogues	8,9	15,0	1,50	8,3	»	»
Acide humique	9,6	8,3	3,50	2,7	»	»
Furfurol	0,43	0,47	»	»	»	0,04

» Le résultat le plus frappant de ces expériences, comparées aux précédentes, c'est la dose beaucoup plus forte d'acide carbonique, au bout d'un temps suffisant, et sa formation plus rapide. Elle n'est pas attribuable à une oxydation, d'après les expériences exécutées dans l'hydrogène, comparées aux expériences dans l'air. On a obtenu des doses sensibles de furfurol, ce produit étant soustrait à l'action prolongée des acides par sa volatilité; nous y reviendrons tout à l'heure.

» Il n'y a, pas plus que précédemment, de rapports fixes entre les acides humique et formique. Ajoutons que les sels de baryte des acides volatils s'écartent parfois notablement du formiate pour se rapprocher de l'acétate, comme le montrent les analyses suivantes, exécutées sur la totalité des sels de baryte :

	C.	D.	Formiate.	Acétate.
C	13,0	14,4	10,6	17,5
H	2,1	2,1	0,9	2,2
Ba	53,2	53,3	60,3	49,8

» C'est une nouvelle preuve de la modification apportée à la réaction par les conditions de la distillation. Les acides volatils paraissent surtout accrus sous l'influence de l'acide sulfurique (Exp. B comparée à A, de durée analogue. Exp. D comparée à A). L'acide humique est produit simultanément, au contraire, en dose presque égale, dans les conditions des essais. La dose de l'acide formique obtenue dans l'expérience B surpasse même celle des expériences de durée analogue, faites en tubes scellés; tandis que celle de l'acide humique, dans la même expérience, n'a guère atteint que le tiers. L'acide sulfurique étendu a déterminé une formation plus rapide d'acides volatils que l'acide phosphorique, dans des conditions comparables; l'acide carbonique a été à peu près le même dans les quatre derniers essais.

» Ces variations indiquent qu'il se produit à la fois diverses réactions congénères et telles que les éléments du glucose passent de l'une à l'autre,

sous l'influence de modifications légères dans les conditions des phénomènes.

» Au point de vue de leur enchaînement, il est utile de rechercher si les produits d'une réaction donnée, une fois formés, peuvent se changer en les produits d'une autre.

» Nous avons déjà établi, à cet égard, que la formation de l'acide humique n'est pas consécutive à celle de l'acide lévulique. Nous avons cru utile de faire la même recherche pour la formation de l'acide carbonique, c'est-à-dire de rechercher si la production plus considérable de ce composé, dans les conditions de la distillation (à 110°-120°), pourrait être attribuée à une décomposition de l'acide lévulique.

» On a donc chauffé ensemble $5^{gr},58$ de cet acide et $55^{gr},3$ de $PO^4H^3 + 200^{cc}$ d'eau.

» On a opéré par distillation lente, dans l'hydrogène, au bain d'huile (120°), en renouvelant l'eau. Au bout de vingt-quatre heures, il s'était dégagé $0^{gr},2038$ de CO^2, c'est-à-dire 3,65 centièmes; il n'y avait ni furfurol, ni acide formique, ni matière noire. En fait, la dose d'acide carbonique ainsi obtenue est 3 fois plus petite que celle fournie par le même poids de glucose. Dès lors, elle serait 7 à 8 fois plus petite pour le poids d'acide lévulique qui dérive de ce glucose, dans les expériences faites en tube scellé.

» Il paraît donc que la forte production de l'acide carbonique observée aux dépens du glucose, lorsqu'on opère par distillation, n'est pas attribuable, au moins pour la majeure partie, à une décomposition consécutive de l'acide lévulique.

V. — Isomères du glucose.

» Les autres sucres se comportent d'une manière analogue au glucose ordinaire et fournissent également de l'acide carbonique, sous l'influence des acides étendus. On se bornera à présenter les résultats suivants, obtenus par distillation, dans un courant d'hydrogène, au bain d'huile (120°), etc. (475 heures de chauffe). On a opéré avec 5^{gr} environ de divers sucres et un mélange de $55^{gr},88\,PO^4H^3$ et 200^{cc} d'eau. Les résultats sont rapportés à 100 parties de sucre.

	Lévulose cristallisé.	Galactose cristallisé.	Maltose.	Glucose ordinaire (dextrose) (278^h).
CO^2	7,3	6,8	6,7	9,3
Acide humique	14,7	10,4	9,4	9,6
Furfurol	0,46	0,56	0,35	0,43

» En présence de 25^{cc} HCl à 12,5 centièmes, en tubes scellés, à 100°, vingt-quatre heures, on a obtenu :

	Lévulose cristallisé.	Galactose cristallisé.	Maltose.	Glucose ordinaire (dextrose) (278^{h}).
CO^2	0,29	1,0	0,4	»
CO	0,10	0,3	0	»
CH^2O^2	8,1	9,4	10,0	»
Acide humique	14,6	9,3	7,1	8,5

» La formation d'une dose considérable d'acide carbonique aux dépens des sucres, dans ces conditions, est donc un phénomène constant, et les proportions fournies par les différents glucoses, au bout d'un temps suffisant, sont voisines. Elles représentent un vingtième environ du carbone du glucose, dose assez élevée pour répondre à une réaction accomplie sur une fraction considérable de matière.

» Il résulte encore de ces essais qu'il y a formation du furfurol, à petite dose il est vrai, mais constante : aussi bien avec le lévulose cristallisé et le galactose, qu'avec le glucose ordinaire et le maltose. Cette production, surtout avec le galactose, ne paraît dès lors pas susceptible d'être attribuée à l'existence de petites quantités de pentoses, ou de leurs dérivés, dans les sucres mis en expérience, ainsi qu'on l'a supposé quelquefois. Cette hypothèse ne paraît pas d'ailleurs de mise pour le saccharose pur, qui donne lieu à la même production.

» Nous avons vérifié les observations de MM. Tollens et Grote sur la formation de l'acide humique avec le lévulose, plus abondante dans un temps donné qu'avec les autres glucoses. Mais nous avons reconnu qu'il n'y a point à cet égard de différence absolue ; l'écart étant attribuable à la vitesse inégale de la réaction, c'est-à-dire à une décomposition plus rapide du lévulose, qui se retrouve dans beaucoup d'autres circonstances.

» Une preuve rigoureuse à cet égard est donnée par l'action de l'acide chlorhydrique concentré. En effet, voici des observations faites avec 1^{gr} de sucre et 5^{cc} d'acide chlorhydrique, en solution aqueuse saturée, dans des tubes remplis avec le même corps gazeux, scellés, puis chauffés à 100° pendant vingt-quatre heures.

	Lévulose.	Galactose.	Maltose.	Glucose ordinaire (dextrose).
CO^2	1,53	1,20	1,04	1,3
CO	3,10	3,26	3,05	2,8
CH^2O^2	0,0	1,0	1,3	0,4
Acide humique	56,4	49,3	54,7	54,3

» Ces résultats sont, d'une manière générale, analogues à ceux que fournit le glucose ordinaire. Ainsi, en présence de l'acide chlorhydrique très concentré, presque tout le carbone des sucres passe à l'état d'acide humique.

» En résumé, les glucoses étant formés par l'accumulation synthétique de plusieurs molécules simples d'aldéhyde méthylique, successivement combinées, constituent des systèmes peu stables : ce qui s'explique d'après les recherches de l'un de nous sur leur chaleur de formation, les glucoses envisagés comme hydrates de carbone étant endothermiques. Par suite, ils tendent à éprouver aisément diverses réactions simultanées, qui peuvent se rattacher à trois directions principales.

» 1° Les glucoses se polymérisent en dégageant de la chaleur, comme nous l'avons prouvé dans nos études sur la chaleur de formation de l'acide humique. Ce dégagement de chaleur résulte de la réunion de plusieurs molécules en une seule, et de la formation de composés stables, tels que l'eau. Ainsi se forment la glucosane et l'acide humique.

» La formation de ce dernier est, nous venons de le montrer, le phénomène principal et presque unique dans la réaction de l'acide chlorhydrique en solution saturée sur les glucoses, à 100°.

» 2° Sous l'influence des acides étendus se forment les acides lévulique et formique, objet d'études approfondies de la part des chimistes distingués dont nous avons rappelé les recherches au début de cette Note.

$$C^6H^{12}O^6 = C^5H^8O^3 + CH^2O^2 + H^2O.$$

Il n'est guère douteux que ce ne soit encore là une réaction exothermique : nous l'étudions à ce point de vue. Nous avons établi d'ailleurs qu'elle est indépendante de la formation de l'acide humique.

» L'acide formique qui apparaît ici peut être regardé comme répondant à la séparation du carbone de la dernière des molécules d'aldéhyde méthylique, génératrices du glucose; séparation accompagnée d'une désoxydation du système dérivé des cinq autres, une partie de leur oxygène concourant à constituer l'acide formique.

» 3° La séparation d'oxygène qui engendre l'acide formique peut même aller plus loin et changer la dernière molécule méthylique en acide carbonique. Cette réaction a lieu dans tous les cas; mais elle s'opère sur une proportion notable de matière, surtout sous l'influence d'une distillation lente et d'une température supérieure à 100°.

» L'un de nous a montré, d'ailleurs, avec quelle facilité l'acide for-

mique pur peut se dédoubler en acide carbonique et hydrogène. Ce dernier élément est éminemment susceptible de se fixer sur les composés présents, comme le montre la préparation de l'alcool allylique, au moyen de la glycérine et de l'acide oxalique; rappelons encore la transformation des acides en aldéhydes sous l'influence des formiates, par la méthode de Piria.

» Une réaction de ce genre s'accomplit d'ailleurs en fait, lors de la formation de l'acide humique, pour y fixer quelque dose d'hydrogène.

» On remarquera cette tendance de la dernière molécule aldéhydique génératrice des glucoses à se séparer sous la forme d'acide formique, ou d'acide carbonique.

» C'est à une séparation analogue que doit être attribuée, à notre avis, la formation des petites quantités de furfurol, observées dans la distillation des divers sucres en présence des acides. Ce furfurol étant, comme on sait, caractéristique des pentoses, sa présence semble indiquer que quelque trace de ceux-ci tend à se régénérer directement, dans la décomposition des hexoses, autrement dits glucoses.

» C'est ici le lieu de rappeler que les phénomènes de fermentation qui décomposent les sucres en alcool et acide carbonique sont demeurés jusqu'ici inexpliqués, au point de vue chimique : l'étude de la production de doses considérables d'acide carbonique aux dépens des sucres, sous l'influence des réactifs minéraux, mérite à cet égard une attention particulière. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Détermination des éléments magnétiques en mer. Applications aux observations faites par M.* Schwerer *sur le croiseur* le Dubourdieu; par M. **E. Guyou.**

« Dans la séance du 11 novembre 1895 (*Comptes rendus*, p. 679), M. de Bernardières a signalé à l'Académie l'organisation, sous la direction du Bureau des Longitudes et avec le concours du Département de la Marine, de missions en vue de l'étude du magnétisme terrestre.

» Ces missions, confiées à des officiers de marine, ne devaient pas se borner aux opérations à terre; le Ministre, M. le vice-amiral Besnard, avait décidé que les traversées des bâtiments de guerre seraient en outre utilisées, dans la mesure du possible, pour la détermination des éléments en mer.

» Une commission technique, présidée par le contre-amiral Maréchal,

et dont je fus appelé à faire partie, fut chargée de préparer les instructions à donner aux officiers pour ces dernières recherches.

» Les instruments à employer étaient tout indiqués : le compas donne la déclinaison, et l'appareil de Fox, couramment employé en Angleterre et dans les autres marines, donne la force totale et l'inclinaison. Mais les formules nécessaires pour corriger les observations de l'influence perturbatrice des fers, données par Archibald Smith, en Angleterre, puis par le docteur Börgen, pour la correction des observations de la *Gazelle*, avaient été établies pour des bâtiments dans la construction desquels entrait peu de fer. Le cas n'était plus le même avec des bâtiments de guerre ordinaires où les forces perturbatrices sont en général assez fortes. Il était donc indispensable de reprendre l'étude théorique de ces corrections et de déduire des équations fondamentales de Poisson un ensemble de formules pratiques offrant toute la précision nécessaire dans les circonstances nouvelles.

» Le principal caractère de la méthode que j'ai indiquée consiste en ce que les constantes nécessaires au calcul des corrections de chaque espèce d'observation (déclinaison, force totale ou inclinaison) sont déduites exclusivement des observations de même nature, ou, plus exactement, que les résultats des deux autres observations n'interviennent que dans des termes du second ordre. Ces constantes sont des fonctions très simples de celles de Poisson; la plupart d'entre elles se reproduisent dans les trois formules de corrections. La méthode permet ainsi, par la comparaison des valeurs déduites des trois séries d'observations, de contrôler à la fois la précision des mesures et l'accord des faits avec la théorie. Voici le résumé de cette méthode :

» *Détermination des constantes.* — Les formules données par Poisson, pour représenter l'influence perturbatrice du fer d'un navire sur l'aiguille aimantée, sont, en désignant par X, Y, Z les composantes du champ terrestre et par X′, Y′, Z′ celles du champ troublé, par rapport aux trois axes principaux du navire en un point donné :

$$\begin{aligned} X' &= (1+a)X + bY + cZ + P, \\ Y' &= dX + (1+e)Y + fZ + Q, \\ Z' &= gX + hY + (1+k)Z + R. \end{aligned}$$

P, Q, R sont les composantes du champ produit par l'aimantation de la coque, que la théorie suppose permanente, et $a, b, c, \ldots, k$ des coefficients numériques représentant l'influence du magnétisme induit par la force terrestre.

» Un simple changement d'axes de coordonnées donne, en désignant par ζ le cap *magnétique* du navire et avec les notations suivantes :

F force totale locale, Δ déclinaison locale, θ inclinaison locale,
F′ force totale à bord, Δ' déclinaison à bord, θ' inclinaison à bord,

$$\varpi = \frac{F - F'}{F}, \qquad \delta = \Delta' - \Delta \text{ déviat. horizont.}, \qquad \tau = \theta - \theta' \text{ déviat. vertic.}$$

et en désignant par A, B, C, D, E des coefficients constants dans un même lieu et différents pour les trois équations

$$(1) \quad \left.\begin{cases} \dfrac{1}{F}\left[F'(\sin\theta'\sin\theta + \cos\theta'\cos\theta\cos\delta) - F\right] \\ \dfrac{F'\cos\theta'}{F\cos\theta}\sin\delta \\ \dfrac{F'}{F}(\sin\theta'\cos\theta - \cos\theta\sin\theta\cos\delta) \end{cases}\right\} = A + B\sin\zeta + C\cos\zeta + D\sin 2\zeta + E\cos 2\zeta.$$

» Les premiers membres de ces équations ont pour valeurs, en négligeant les quantités du troisième ordre et en posant $\partial = \sin\delta$, $t = \sin\tau$,

$$(2) \quad \begin{cases} \varpi + \frac{1}{2}(t^2 + \partial^2\cos^2\theta), \\ \partial - (\varpi - t\tang\theta)\partial, \\ t - \varpi t - \frac{1}{4}\partial^2\sin 2\theta. \end{cases}$$

» Enfin, pour les coefficients A, B, C, D, E des trois équations, si l'on pose

$$(3) \quad \begin{cases} \mathfrak{A} = \frac{1}{2}(a - b), & \mathfrak{D} = \frac{1}{2}(a - e), & \mathfrak{E} = \frac{1}{2}(d + b), \\ m = \frac{1}{2}\left(k + \frac{a + e}{2}\right), & p = \frac{1}{2}(c + g), & r = \frac{1}{2}(f + h), \\ n = \frac{1}{2}\left(k - \frac{a + e}{2}\right), & q = \frac{1}{2}(c - g), & s = \frac{1}{2}(f - h), \end{cases}$$

et si l'on indique respectivement par série ϖ, série ∂, série t, les séries de coefficients correspondant aux trois équations, on a les expressions suivantes :

	Série ϖ.	*Série d.*	*Série t.*
A =	$-m - R\dfrac{\sin\theta}{F} + n\cos 2\theta$,	$\mathfrak{A}$,	$-R\dfrac{\cos\theta}{F} - n\sin 2$,
B =	$+Q\dfrac{\cos\theta}{F} + r\sin 2\theta$,	$P\dfrac{1}{F\cos\theta} + c\tang\theta$,	$-s - Q\dfrac{\sin\theta}{F} + r\cos 2\theta$,
C =	$-P\dfrac{\cos\theta}{F} - p\sin 2\theta$,	$Q\dfrac{1}{F\cos\theta} + f\tang\theta$,	$+q + P\dfrac{\sin\theta}{F} - p\cos 2\theta$,
D =	$+\mathfrak{E}\cos^2\theta$,	$\mathfrak{D}$,	$-\mathfrak{E}\sin\theta\cos\theta$,
E =	$-\mathfrak{D}\cos^2\theta$,	$\mathfrak{E}$,	$-\mathfrak{D}\sin\theta\cos\theta$.

» On voit que les constantes qui figurent dans ces expressions sont au nombre de 14, tandis que les équations de Poisson n'en contiennent que 12. Il existe donc entre elles deux relations; ce sont les suivantes :

$$c-(p+q)=0, \qquad f-(r+s)=0.$$

» C'est à l'aide de ces formules que l'on détermine les constantes.

» *Correction des observations à la mer.* — Les équations de Poisson, et les équations (1) qui en ont été déduites, donnent les corrections ϖ, ∂, t en fonction des éléments vrais. En résolvant les équations de Poisson par rapport à X, Y, Z, on obtient, en désignant par a', b', c', ..., k', P', Q', R' des quantités qui ne diffèrent en valeur absolue des coefficients correspondants de Poisson que par des termes du second ordre dont on peut aisément obtenir les valeurs,

$$\begin{aligned} X &= (1+a')X' + b'Y' + c'Z' + P', \\ Y &= d'X' + (1+e')Y' + f'Z' + Q', \\ Z &= g'X' + h'Y' + (1+k')Z' + R'. \end{aligned}$$

» En faisant subir à ces équations les mêmes transformations qu'à celles de Poisson, on obtient, après toutes réductions, des équations de la forme suivante

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &\varpi' = \frac{F-F'}{F'} = \frac{t^2+\partial^2\cos^2\theta'}{2} \\ &\sin\delta = \partial = -\,\partial(\varpi' - t\,\mathrm{tang}\,\theta') \\ &\sin\tau = t = -\,\varpi' t - \tfrac{1}{4}\partial^2\sin 2\theta' \end{aligned}\right\} + \left\{\begin{aligned} &A' + B'\sin\zeta' + C'\cos 2\zeta' \\ &\quad + D'\sin 2\zeta' + E'\cos\zeta, \end{aligned}\right.$$

où les coefficients A', B', C', D', E' ont des expressions de la même forme que A, B, C, D, E, mais où la force et l'inclinaison vraie sont remplacées par la force et l'inclinaison apparente, et dont les constantes ont subi les corrections suivantes

$$\left\{\begin{aligned} &\Delta D = -\tfrac{1}{2}(a^2-e^2+cg), && \Delta m = -\tfrac{1}{4}(a^2+e^2+2k^2+3cg), && \Delta n = -\tfrac{1}{4}(2k^2-a^2-e^2+cg), \\ &\Delta p = -p(a+k, && \Delta q = -q(a+k), && \Delta c = -c(a+k), \\ &\Delta P = -(Pa+Rc), && \Delta Q = -Qe, && \Delta R = -(Rk+Pg). \end{aligned}\right.$$

» On a supposé dans ces formules que l'instrument était sensiblement dans le plan de symétrie et que, par suite, b, d, f, h étaient du second ordre.

» Pour l'application de cette méthode, on se conforme aux règles suivantes :

» 1° Dans chaque port de relâche où F, Δ, θ sont bien connus, on fait tourner le navire en l'arrêtant à 32, 16, ou 8 caps *magnétiques* équidistants à partir du nord, et l'on mesure à chaque cap F', Δ', θ'.

» 2° On calcule, pour chaque cap, les valeurs exactes des premiers membres des équations (1) ou plus simplement leurs valeurs approchées par les formules (2).

» 3° On soumet ces résultats à l'analyse harmonique par la méthode appliquée habituellement à la détermination des coefficients de la formule des déviations. On obtient ainsi les coefficients A, B, C, D, E des trois séries.

» 4° Les expressions données dans le Tableau ci-dessus donnent, pour chaque coefficient, dans chaque relâche, une équation de condition et, en traitant les équations ainsi obtenues par la méthode des moindres carrés, on en déduit les valeurs de toutes les constantes. Ce calcul, en apparence très compliqué, est, en réalité, très simple, par suite de l'identité des coefficients des équations à trois inconnues, et parce que les équations à deux inconnues peuvent être réparties en deux groupes jouissant de la même propriété.

» 5° A l'aide des formules (4) on déduit de ces constantes les valeurs des coefficients a, e, k, c, g qui entrent dans les corrections du second ordre, et l'on applique les corrections (5).

» 6° Pour corriger une observation à la mer, connaissant F', θ', Δ', ζ', on calcule les coefficients A', B', C', D', E' par les formules du Tableau ci-dessus, en ayant soin d'employer, pour chaque série d'observations, les constantes déduites d'observations de même nature. On calcule ensuite l'expression trigonométrique qui figure aux seconds membres de (4); puis, avec ces valeurs approchées du premier ordre de ϖ', ∂, t, on calcule les termes du second ordre. Le problème est alors résolu, car on a

$$F = F' + \varpi' F', \qquad \Delta = \Delta' - \delta, \qquad \theta = \theta' + \tau.$$

» *Mission du lieutenant de vaisseau Schwerer sur* le Dubourdieu. — La première mission de cette nature fut confiée à M. Schwerer, lieutenant de vaisseau. Cet officier partit de Cherbourg sur le croiseur *le Dubourdieu*, portant le pavillon du contre-amiral commandant en chef la Division navale de l'Atlantique. Pendant son séjour à bord, du 1er août au 15 décembre, *le Dubourdieu* visita successivement Santa-Cruz de Teneriffe, Dakar, Sierra Leone, Kotonou, Libreville, Bahia, Montevideo, Rio. Dans chaque relâche, M. Schwerer fit faire au navire un tour d'horizon. Il a pu ainsi re-

cueillir, pour chacun des 15 coefficients A, B, C, D, E, 9 valeurs réparties dans une région où l'inclinaison varie depuis $+66°15'$ jusqu'à $-28°28'$. En traitant ces 15 groupes de 9 équations par la méthode des moindres carrés, on a obtenu les résultats suivants :

	Observations		
	de force.	de déclinaison.	d'inclinaison.
P	+ 0,0346	+ 0,0333	+ 0,0345
Q	— 0,0023	— 0,0033	— 0,0003
R	— 0,0045	»	— 0,0056
m	— 0,0230	«	»
n	+ 0,0254	»	+ 0,0253
p	+ 0,0727	»	+ 0,0610
q	»	»	+ 0,0071
r	— 0,0092	»	— 0,0070
s	»	»	— 0,0038
D	+ 0,0448	+ 9,0408	+ 0,0438
E	+ 0,0018	— 0,0052	+ 0,0000
c	»	— 0,0688	»
f	»	+ 0,0083	»

» La concordance de ces résultats déduits d'observations très différentes est assurément digne de remarque.

» Les composantes P, Q, R dues à l'aimantation permanente de la coque sont exprimées en unités C. G. S.; le plus grand écart est de 0,004.

» Le plus grand écart des autres constantes qui représentent soit des coefficients numériques de force, soit des valeurs angulaires, est de 0,01. Cette approximation est du même ordre que la précédente pour les corrections de force, et elle équivaut à environ un demi-degré pour les corrections angulaires.

» Enfin, comme dernière vérification, les quantités $c-(p+q)$ et $f-(r+s)$ qui devraient être nulles, ont respectivement pour valeurs 0,0007 et 0,0111.

» Ces résultats montrent avec quel soin et avec quelle précision M. Schwerer a rempli la mission laborieuse et délicate qui lui était confiée.

» Les observations faites en mer sont au nombre de 127, elles ont été réduites par la méthode indiquée plus haut; ces résultats ont été transmis au Bureau des Longitudes.

» Ce qui précède montre que, même sur un bâtiment comme *le Dubourdieu,* dont les déviations dépassent 20°, il est encore possible à un bon observateur d'obtenir des valeurs satisfaisantes pour les éléments magnétiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les travaux exécutés en* 1896 *à l'observatoire du mont Blanc.* Note de M. J. JANSSEN.

« Je viens rendre compte à l'Académie des travaux qui ont été exécutés cette année à l'observatoire du mont Blanc. Ces travaux ont été singu-

lièrement entravés par les intempéries atmosphériques qui, à Chamonix comme en tant d'autres points de la France, ont duré tout l'été.

» M. Crova s'était proposé de prendre au sommet des mesures du rayonnement solaire et il est venu effectivement à Chamonix dans cette intention; l'état de l'atmosphère ne lui a pas permis de mener à bien ce travail important.

» M. Bigourdan a continué les études commencées l'année dernière sur la valeur de l'intensité de la pesanteur au sommet du mont Blanc et en différents points du massif. L'administration de la Guerre a bien voulu nous continuer le prêt de l'appareil de M. le commandant Desforges pour ces mesures et M. le sous-secrétaire d'État aux Postes et Télégraphes nous autorisa à nous servir des lignes nécessaires pour avoir à des instants déterminés l'heure de l'Observatoire de Paris.

» Le temps a apporté de grands obstacles à ces travaux, et malgré le courage déployé par M. Bigourdan et l'assistance de son aide, M. Claude, nous devons avouer que la question a fait peu de progrès.

» Nous avons été plus heureux à l'égard de la grande lunette parallactique de 33^{cm} d'ouverture, construite par M. Gautier et dont la partie optique a été gracieusement offerte à l'Observatoire par MM. Henry frères.

» Ce bel instrument est monté en sidérostat polaire, disposition qui a l'avantage de permettre à l'observateur de ne pas se déplacer et de se tenir dans une pièce close placée dans le sous-sol de l'observatoire et chauffée au besoin. Le corps de la lunette est entraîné avec le miroir qu'il porte à son extrémité supérieure, disposition qui a pour effet de conserver, dans le champ ou sur la plaque photographique, la position relative des astres. L'oculaire est muni de micromètres à gros fils et à fils fins. Enfin, l'instrument est muni des organes nécessaires pour se prêter à des études d'analyse spectrale et de photographie céleste.

» La mise en place de cette lunette a présenté de grandes difficultés en raison des orages et des chutes de neige qui ont eu lieu dans la montagne. Les mécaniciens de M. Gautier, MM. Lelièvre et Dandrieux, qui étaient chargés de ce montage, ont dû accomplir plusieurs ascensions avant de réussir. Grâce à leur persévérance, à leur énergie et à l'aide des équipes de guides excellents que je leur avais données, ils ont pu enfin réussir.

» Espérons que l'année prochaine le temps se prêtera aux observations que nous comptons faire avec ce bel instrument.

» Un météorographe a été également monté à l'observatoire des Grands-Mulets.

» Dans une prochaine Communication, je rendrai compte des observations météorologiques de l'année qui vient de s'écouler. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude sur la digestibilité du* beurre de coco *et du beurre de vache*. Mémoire de MM. **Bourot** et **Ferdinand Jean**, présenté par M. Schützenberger. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Schützenberger, Schlœsing, Aimé Girard.)

« Dans les pays d'origine, les Indes et l'Afrique, le beurre extrait du *Cocos Nucifera* est employé, à l'état frais, comme graisse alimentaire; mais, comme ce beurre rancit rapidement en acquérant une saveur brûlante et une odeur qui le rendent impropre à la consommation, il ne peut être importé en Europe comme graisse alimentaire. Actuellement, plusieurs usines importantes, en Allemagne, en Angleterre et en Espagne, livrent à la consommation des quantités notables de graisse de coco épurée, qui peut entrer en concurrence avec les margarines, les saindoux et les graisses similaires.

» Étant donnée l'importance que cette graisse végétale est appelée à prendre dans l'alimentation, pour diverses préparations culinaires, en raison de son bon marché et de son origine végétale qui donne toute garantie au point de vue bactériologique, il nous a paru intéressant d'étudier la digestibilité de ce beurre végétal en comparaison avec le beurre de vache.

» En octobre 1895, nous avions reçu à fin d'analyse, sous le nom de *taline*, un échantillon de 2^{kg} de graisse de coco alimentaire épurée par un procédé spécial et préparé avec la partie concrète de l'huile de coco. Cet échantillon avait un point de fusion de 31° et ne contenait que 1,156 de glycérides à acides solubles, alors que le beurre de coco ordinaire fond à 23° et contient environ 7 pour 100 de glycérides solubles.

» Au mois de mars 1896, cet échantillon, conservé au laboratoire depuis six mois, ne présentait aucune rancidité, et, bien qu'il fût resté exposé à l'air, son acidité libre n'avait augmenté que de 0,066 pour 100 dans ce laps de temps. La résistance de ce produit à la rancidité, condition essentielle pour une graisse destinée à l'alimentation, nous a engagés à l'utiliser pour les expériences physiologiques que nous nous proposions d'instituer.

» Un de nos préparateurs ayant bien voulu se soumettre au régime alimentaire que

nous avions arrêté, nos expériences ont été divisées en deux périodes. Dans la première, commençant le lundi pour finir le samedi à trois heures, la matière grasse introduite dans le régime a été le beurre de coco dont il a été question plus haut. Après un intervalle de quarante-huit heures, la seconde période a eu la même durée et le régime a été le même que celui de la période précédente, avec cette différence que le beurre végétal a été remplacé par une quantité équivalente de beurre de vache, préalablement fondu et filtré pour le débarrasser de son eau et de sa caséine.

» La ration alimentaire a été calculée sur les bases de la ration d'entretien, en se rapprochant autant que possible des données établies par les physiologistes quant au rapport des hydrates de carbone aux matières protéiques.

» Afin de permettre l'introduction, dans la ration alimentaire, d'une dose un peu forte de matière grasse sans amener l'intolérance ou le dégoût, nous avons fait préparer, d'une part avec le beurre de coco, et d'autre part avec une quantité équivalente de beurre de vache pur et fondu, des gâteaux secs. Chaque gâteau pesait 25^{gr} et renfermait exactement $7^{gr},237$ de matière grasse; six de ces gâteaux, représentant $43^{gr},422$ de matière grasse, ont été absorbés chaque jour par le sujet, soit pendant le repas, soit dans l'intervalle des repas.

» Au cours de l'expérimentation, les urines ont été recueillies en totalité et l'on en a déterminé chaque jour le volume, la densité, l'extrait sec et la teneur en urée.

» Les déjections solides ont été absorbées dans du poussier de charbon de bois; le tout, mélangé et desséché à basse température, a servi pour l'analyse et le dosage des matières grasses passées dans les fèces.

» Durant chaque période, où la nature de la matière grasse a seule varié, le sujet a absorbé : $15^{kg},770$ d'aliments solides et liquides, représentant $3^{kg},743$ de matières sèches contenant : Azote : $80^{gr},233$; matière grasse : $475^{gr},482$; carbone : $1534^{gr},293$.

» Pendant le régime au beurre de coco, le volume des urines émises a été de $5^{lit},100$ renfermant par litre, en moyenne : extrait sec : $43^{gr},99$; urée : $19^{gr},33$.

» Le poids des fèces fraîches a été de 470^{gr} fournissant à l'analyse : extrait alcool et éther : $22^{gr},667$, composé de :

Cholestérine; matières biliaires et extractives	$10^{gr},270$
Matières grasses, au total	$12^{gr},395$

» Les $12^{gr},395$ de matières grasses étaient formés de :

	gr
Acides gras du savon solubles dans l'eau	0,390
Acides gras du savon insolubles	0,290
Acides gras libres..................................	3,243
Graisse neutre.....................................	8,553

» Les résultats de l'expérience faite avec le beurre végétal se résument comme suit :

	gr
Beurre de coco absorbé..............................	475,48
Matières grasses passées dans les fèces	12,39
Matières grasses assimilées ou comburées	463,09

» On voit que la digestibilité du beurre de coco a été dans cette expérience de 98 pour 100. Le poids initial du sujet étant de $49^{kg},500$ a été trouvé à la fin de la période en augmentation de 1^{kg}.

» Dans la seconde période d'expérimentation, où le beurre de coco a été remplacé par une quantité équivalente de beurre de vache fondu et filtré; le sujet ayant absorbé plus d'eau, le volume des urines a été de $6^{lit},170$ avec une teneur moyenne de 51^{gr} d'extrait sec et $24^{gr},78$ d'urée.

» Pendant cette période, le poids des fèces fraîches a été de 690^{gr}, fournissant à l'analyse : extrait alcool et éther : $49^{gr},249$, composé de :

Cholestérine, matières biliaires et extractives........	$29^{gr},509$
Matières grasses..................................	$19^{gr},736$

» Les $19^{gr},736$ de matières grasses étaient formés de :

Acides gras des savons solubles....................	$1^{gr},146$
Acides gras des savons insolubles..................	1,112
Acides gras libres................................	5,942
Graisse neutre....................................	15,535

» Les résultats de l'expérience faite avec le beurre de vache se résument comme suit :

Beurre de vache absorbé...........................	$475^{gr},48$
Matières grasses passées dans les fèces............	19,73
Graisse assimilée et comburée......................	455,65

» Dans cette période d'expérimentation, la digestibilité du beurre de vache a été de 95,8 pour 100 et l'augmentation du poids du sujet a été également de 1^{kg} (¹).

» Étant donné que le beurre de vache diffère des autres graisses animales ou végétales par sa teneur élevée en glycérides volatils solubles, on avait été porté à admettre que la plus grande digestibilité du beurre de vache était due à la présence de ces glycérides solubles. Les expériences que M. Jolle, Directeur du laboratoire de Vienne, a publiées dans la *Revue des Falsifications*, en 1894, ont prouvé que cette manière de voir n'était pas justifiée, puisqu'il a trouvé que la digestibilité de la margarine était sensiblement égale à celle du beurre.

» Nos expériences ayant porté sur un beurre de coco pressé et privé de

(¹) Le régime du beurre a été moins facilement supporté que celui du beurre de coco; il y a eu des éructations et une tendance à la diarrhée, comme l'indique l'augmentation du poids des fèces.

la plus grande partie de ces glycérides solubles, démontrent, d'autre part, que, toutes choses égales d'ailleurs, la digestibilité du beurre végétal a été de 98 pour 100 et celle du beurre de vache de 95,8 pour 100, résultat semblable à celui qui a été indiqué par Kœnig, dans ses Tableaux de l'assimilabilité des matières alimentaires, pour la graisse du lait. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Quelques réactions colorées de la brucine; recherche de l'azote nitreux en présence des sulfites.* Mémoire de M. **P. Pichard.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Schlœsing, Schützenberger.)

« Dans nos études sur l'action oxydante du plâtre au contact des matières organiques azotées, nous avons été amené à rechercher l'existence de l'azote nitreux, en présence des composés oxygénés du soufre, sulfites et hyposulfites, et des sulfures alcalins et alcalino-terreux. Les procédés les plus sensibles indiqués pour la recherche de l'azote nitreux sont ceux de Griess, de Tromsdorff et de Piccini. Nous avons reconnu que la coloration de la brucine par l'acide chlorhydrique, au contact d'un nitrite, fournit une réaction d'une sensibilité analogue à celle de ces procédés, et plus grande en présence des sulfites et des hyposulfites.

» Une goutte de solution de nitrite, mélangée sur une assiette de porcelaine avec une goutte d'acide chlorhydrique pur, donne, avec un fragment de brucine, après cinq minutes au plus, une coloration allant du rouge vermillon au jaune clair. On peut déceler ainsi 1 partie d'azote nitreux dans 640000 parties d'eau. L'acide chlorhydrique, dans les mêmes conditions, ne donne rien avec un nitrate.

» Le chlore et les hypochlorites ne colorent pas la brucine, mais colorent immédiatement en rouge vermillon intense les solutions de certains sels de brucine, azotate, chlorhydrate, acétate et sulfate. C'est la solution sulfurique de brucine qui est le plus vite et le plus fortement colorée, cet acide favorisant, plus que les autres, la formation de l'alcali nitré jaune, la cacothéline, résultat ultime de l'oxydation.

» La présence d'un sulfite peut diminuer beaucoup la sensibilité des procédés de Piccini, Tromsdorff et Griess pour la recherche de l'azote nitreux.

» Le procédé de Piccini est inapplicable dans ce cas ; des traces de sulfite donnent, en effet, dans une solution étendue de sulfate de protoxyde de fer, additionnée d'un peu d'acide acétique, la coloration brune qui caractérise la présence de l'azote nitreux.

» *Méthode de Tromsdorff.* — La proportion de $\frac{1}{600}$ de gaz acide (SO^2) dans la liqueur, réduit la sensibilité de la réaction de $\frac{1}{1000000}$ à $\frac{1}{30000}$; pour $\frac{1}{1800}$ de SO^2, sensibilité $\frac{1}{57500}$.

» *Méthode de Griess.* — $\frac{1}{2040}$ de SO^2 abaisse la sensibilité de $\frac{1}{100000000}$ à $\frac{1}{65200}$; la sensibilité est devenue plus de 1000 fois moindre.

» *Méthode à la brucine et à l'acide chlorhydrique.* — $\frac{1}{2060}$ de SO^2 réduit la sensibilité de $\frac{1}{640000}$ à $\frac{1}{329000}$, de moitié seulement.

» Par suite du plâtrage direct des sols, et de l'usage des superphosphates dans les engrais, les sulfures, les sulfites et hyposulfites alcalins et alcalino-terreux peuvent se rencontrer, en quantités notables, dans les eaux de drainage ou de lixiviation d'une terre ou d'un compost. Quand on voudra rechercher l'azote nitreux dans ces eaux, on devra d'abord constater la présence ou l'absence des sulfures et des sulfites. Les sulfures seront décelés par l'acétate de plomb, l'acétate d'argent ou par le nitro-prussiate de sodium. Nous avons d'ailleurs reconnu qu'ils n'influencent pas la réaction colorée de la brucine.

» Parmi les réactions indiquées pour la recherche de l'acide sulfureux, nous n'en connaissons pas, pour le cas actuel, en présence d'un nitrite, de plus nette et de plus sensible que l'odeur émise par cet acide quand il se dégage à l'air.

» La mise en liberté de l'acide sulfureux par l'action d'un acide fort, à froid ou à chaud, étant accompagnée aussi d'un dégagement d'hydrogène sulfuré, lorsque la liqueur contient un sulfure, et l'odeur de l'hydrogène sulfuré pouvant masquer celle de l'acide sulfureux, il est nécessaire, dans ce cas, d'éliminer la plus grande partie de l'acide sulfhydrique. On y arrive aisément en agitant le liquide avec du sulfate de plomb finement pulvérisé. On décante, ou filtre la liqueur que l'on traite ensuite, dans un tube à essai, par quelques gouttes d'acide sulfurique, d'abord à froid, puis en chauffant à l'ébullition. Des traces d'acide sulfureux pourront être décelées de cette manière.

» S'il n'y a pas d'acide sulfureux, on recherchera et dosera l'azote nitreux par les procédés de Tromsdorff ou de Griess.

» Dans le cas où l'on aurait reconnu la présence d'un sulfite, après avoir essayé, sans résultat positif, la liqueur par les deux méthodes précitées, on recourra à l'emploi de la brucine et de l'acide chlorhydrique qui permettra de reconnaître $\frac{1}{329000}$ d'azote nitreux, en présence de $\frac{1}{2060}$ de SO^2; par suite, d'affirmer l'existence de l'azote nitreux, quand les autres méthodes n'auront pu le déceler.

» Le mode opératoire est celui que nous avons donné pour la recherche et le dosage de l'azote nitrique à l'aide de la brucine et de l'acide sulfurique [1].

» L'eau de drainage ou la liqueur provenant de la lixiviation d'un poids déterminé

---

[1] *Comptes rendus*, 25 novembre 1895.

de terre ou de compost doit être clarifiée et décolorée par filtration sur du noir fin lavé.

» La lixiviation doit se faire avec le moins d'eau possible, au maximum 10 parties d'eau pour 1 partie de matière. Le mélange est porté rapidement à l'ébullition, dans un matras qu'on bouche ensuite et agite de temps en temps jusqu'à complet refroidissement. La partie liquide est ensuite filtrée sur le noir animal. Dans le liquide filtré, on prélève une goutte qu'on dépose sur une assiette de porcelaine, on y mêle une goutte d'acide chlorhydrique pur, bien exempt de chlore et de produits nitreux, de densité 1,21. On étale avec un fil de platine, de manière à couvrir une surface de la grandeur d'une pièce de $0^{fr},50$. On fait tomber, au milieu du liquide, un petit bloc de brucine, de la grosseur d'une tête d'épingle. On attend cinq minutes au plus, jusqu'à l'apparition d'une teinte variant du rouge vermillon au jaune clair. Si aucune coloration n'apparaît, on ne peut affirmer la présence de l'azote nitreux.

» Le dosage de petites quantités d'azote nitreux, basé sur la comparaison de teintes colorées ou sur la disparition de ces teintes par dilution, est, d'après les faits relatés plus haut, très incertain, en présence des sulfites ou des hyposulfites alcalins et alcalino-terreux.

» On pourra cependant corriger les résultats obtenus dans les dosages et les rendre plus exacts, en se fondant sur quelques-unes des données établies dans ce Mémoire, à la condition de déterminer sur une portion de liqueur la proportion d'acide sulfureux, ce que l'on réalisera facilement après avoir transformé cet acide en acide sulfurique par addition d'eau de chlore. »

M. J. Poulin adresse un Mémoire intitulé « Principes généraux relatifs à la Physique de l'espace ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Mascart.)

M. A. de Langrée adresse un Mémoire intitulé « Tempêtes et cyclones ».

(Commissaires : MM. Faye, Mascart.)

M. Caravanier adresse une Note relative à la Navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

CHIMIE. — *Sur quelques particularités des courbes de solubilité.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. A. Carnot.

« J'ai donné antérieurement une formule approchée

$$(1) \qquad i\frac{ds}{s} = 500\,\frac{\mathrm{L}dt}{t^2},$$

qui rend compte des principales particularités des courbes de solubilité. Des expériences récentes sur la fusibilité des mélanges de sels et sur celle des alliages m'ont présenté quelques faits nouveaux dont l'explication restait à trouver. Ces faits se rapportent aux courbes de solubilité (fusibilité) des systèmes de corps donnant des combinaisons définies: tels les sels doubles (¹) $(Li, K)O, CO^2$, $(Cu, K)O, SO^3$ et les alliages (²) $SnCu^3$, $SbCu^2$, Al^2Cu, etc. Au voisinage de la composition du mélange fondu, correspondant à celle de la combinaison définie, la courbe présente un maximum (la température étant portée en ordonnées) avec cette double particularité que ce maximum semble parfois se réduire à un point anguleux, et qu'il s'écarte d'autres fois notablement de l'ordonnée correspondant à la combinaison définie. Il semblerait *a priori* que la coïncidence dût être absolue; qu'en ajoutant à la combinaison un petit excès de l'un ou de l'autre des constituants, le point de solidification dût immédiatement s'abaisser, si l'on s'en rapporte à la loi générale d'abaissement des points de congélation qui, en réalité, dans ce cas, se trouve en défaut.

» Pour rendre compte de ces anomalies apparentes, il suffit de suivre la même marche que celle qui conduit à la formule (1), en écrivant qu'à la température de solidification la tension de vapeur du corps qui se sépare,

---

(¹) *Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 800.

(²) *Bulletin de la Société d'encouragement,* p. 569; 1895.

à l'état solide, c'est-à-dire de la combinaison, est égale à la tension de vapeur du même corps, émise par la dissolution, ce qui est la condition de l'équilibre de saturation. On arrive à la même formule :

$$(2) \qquad i\frac{dc}{c} = 500\frac{L\,dt}{t^2}$$

dans laquelle les lettres ont la signification suivante :

L, chaleur latente de fusion de la combinaison;
c, concentration dans la dissolution de la combinaison existant *réellement non dissociée,* mesurée par le nombre relatif de molécules de cette combinaison contenues dans une molécule du mélange;
i, coefficient proportionnel $\frac{c}{f}\frac{df}{\partial c}$ d'abaissement de la tension de vapeur par la variation de concentration.

» Si la formule du composé est

$$A^m B^n,$$

on sait, d'autre part, par la loi de Van t'Hof que sa concentration dans la dissolution est rattachée à celles c' et c'' de ses constituants par la formule

$$(3) \qquad i\frac{dc}{c} = mh\frac{dc'}{c'} + nj\frac{dc''}{c''},$$

et l'on a, en même temps, d'après la définition de la concentration,

$$(4) \qquad dc = -(dc' + dc'').$$

» Au point maximum de la courbe de fusibilité dt est nul et, par suite, aussi dc, d'après la formule (2).

» Donc, au même point, les formules (3) et (4) deviennent

$$mh\frac{dc'}{c'} + nj\frac{dc''}{c''} = 0,$$

$$dc' + dc'' = 0;$$

d'où l'on déduit

$$\frac{c'}{c''} = \frac{m}{n}\frac{h}{j}.$$

» En général, $\frac{h}{j}$ est différent de l'unité, et, par suite le rapport $\frac{c'}{c''}$ diffère de $\frac{m}{n}$; c'est-à-dire qu'au maximum de température la composition du

mélange fondu diffère de celle de la combinaison. C'est, en effet, ce qui s'observe le plus souvent dans le cas des alliages métalliques.

» Le rayon de courbure au maximum varie en raison inverse de la différentielle seconde de la température qui varie elle-même comme la différentielle seconde de la concentration. La formule (3) montre que celle-ci tend vers l'infini quand c tend vers l'unité, parce qu'alors c' et c'' doivent nécessairement tendre l'une et l'autre vers o. C'est-à-dire que le rayon de courbure devient nul, le maximum passe au point anguleux, quand dans la dissolution la combinaison n'est aucunement dissociée. Dans ce cas aussi le maximum correspond exactement à la composition de la combinaison définie. Cela semble être le cas du carbonate double de lithium et de potassium rappelé plus haut.

» Le premier exemple de maximum semblable dans les courbes de solubilité avait été signalé par M. Bakhuis Roozeboom dans ses études sur les solutions aqueuses du chlorure de calcium. Il avait, en partant de considérations théoriques contestables, conclu à l'existence d'un maximum géométrique; j'avais combattu cette conclusion et défendu le point anguleux en invoquant à tort la loi d'abaissement du point de congélation. En fait, la question ne peut être tranchée *a priori*, puisque les deux solutions contraires sont également possibles. C'est à l'expérience seule qu'il appartient de décider dans chaque cas. »

PHYSIQUE. — *Influence de la pression dans les changements d'état d'un corps.* Note de M. A. PONSOT, présentée par M. Lippmann.

« La surface libre d'une solution aqueuse d'un corps non volatil est une surface semi-perméable naturelle, dans laquelle s'établit un équilibre entre la solution et la vapeur d'eau qui la surmonte à une tension $\mathcal{F}$. Si on la suppose remplacée par une paroi rigide ayant la même propriété, et si l'on comprime la solution, il faut également comprimer la vapeur d'eau pour conserver l'équilibre. A une certaine pression P, la vapeur d'eau devra être à saturation, et à une pression plus grande que P, l'équilibre aura lieu avec l'eau comprimée.

» J'ai déjà fait cette remarque (*Comptes rendus*, 6 mai 1895), à propos de la pression osmotique. J'ajouterai que, par la considération d'un cycle isotherme fermé et réversible, on trouve la relation suivante :

$$K_P u' dP = \varphi\, d\mathcal{F},$$

K_p étant le coefficient de contraction de l'eau dans la solution,
u' le volume spécifique de l'eau pure,
dP l'accroissement de pression sur la solution,
$d\mathfrak{F}$ l'accroissement de tension de la vapeur.

» Si la pression exercée sur une solution, à sa surface libre, l'était par un gaz insoluble dans la solution et dans lequel la vapeur d'eau pourrait se répandre; si la vapeur et le gaz conservaient dans l'espace qu'ils occupent leur pression propre, dP représenterait l'accroissement de tension $d\mathfrak{F}$ augmenté de l'accroissement de pression du gaz dp; d'où

$$K_p u' dp = (\varphi - K u') d\mathfrak{F},$$
$$d\mathfrak{F} = \frac{K u'}{\varphi - K u'} dp.$$

» On peut le démontrer directement par un cycle analogue au précédent. On voit que la tension de vapeur d'une solution croît avec la pression exercée sur cette solution par un gaz et que cet accroissement est indépendant de la nature du gaz.

» On peut concevoir qu'une paroi semi-perméable, tout en étant rigide, a le même rôle qu'un gaz; qu'il s'établit à travers sa masse une véritable distillation, tant que la tension de vapeur du corps qui la traverse n'est pas égale d'un côté et de l'autre de cette paroi.

» Le phénomène, au point de vue qualitatif, est indépendant de la concentration et de la pression; on en conclut qu'il doit se produire avec le dissolvant pur.

» Les récentes expériences de M. Villard [1] m'ont rappelé cette conclusion qui m'était venue à l'esprit, mais à laquelle je ne voyais pas de vérification expérimentale. M. Villard, il est vrai, n'a pas mesuré la tension de vapeur d'un corps comprimé, mais il a montré que la densité de la vapeur émise par un corps dans un gaz qui le comprime croissait avec la pression de ce gaz. Il a attribué ce fait à une action dissolvante du gaz.

» Je désire séparer l'effet de la pression de l'action spécifique du gaz, dans le cas où le gaz ne se dissout pas dans le corps qu'il comprime.

» En supposant d'abord que ce gaz conserve sa pression quand il est mélangé à la vapeur du corps, en admettant que la vapeur conserve une tension indépendante de la pression du gaz (sa tension maximum dans le vide), et en faisant décrire à 1^{gr} du corps (solide ou liquide), l'eau, par

---

(1) *Journal de Physique*, p. 496; 1896.

exemple, un cycle fermé d'opérations isothermes et réversibles, on trouve que la somme des travaux est négative. On a donc oublié un travail positif effectué par le corps : celui de la détente de sa vapeur depuis la tension qu'elle a dans le mélange gazeux jusqu'à la tension maximum qu'elle peut avoir seule.

» En tenant compte de ce travail, on trouve

$$u'\,dP = \varphi\,d\mathfrak{F},$$
$$d\mathfrak{F} = \frac{u'}{\varphi - u'}\,dp.$$

» L'accroissement de tension est indépendant de la nature du gaz. Mais on voit que c'est une conséquence de la supposition faite plus haut : admettre qu'un gaz, dans son mélange à une vapeur, garde sa pression propre, c'est supposer qu'il n'exerce aucune action, physique ou chimique, sur cette vapeur; c'est un cas limite qui montre *l'influence de la pression seule*.

» En général, le gaz et la vapeur ne gardent pas, dans le mélange, leur pression propre (même lorsque la vapeur a une tension inférieure à la saturation) et il n'est pas possible de distinguer leur pression individuelle dans le mélange. Si l'on suppose une paroi semi-perméable séparant du mélange le gaz pur dont le volume spécifique est v et la pression p, tandis que V est son volume spécifique dans le mélange, on a

$$dP\,\frac{\varphi - u'}{\varphi} = \frac{v}{V}\,dp,$$

au lieu de

$$dP\,\frac{\varphi - u'}{\varphi} = dp.$$

$\frac{v}{V}$, pour une vapeur donnée, dépend de la nature du gaz. Mais ce rapport est inconnu et, par suite, l'influence spécifique du gaz n'est pas déterminée.

» Je me propose d'étudier ce cas plus complètement, en même temps que celui où le gaz se dissout dans le corps qu'il comprime.

» *Remarque*. — Si l'on suppose, dans un tube fermé aux deux extrémités : à l'une des extrémités un corps solide, de la glace, par exemple, à une température inférieure au point triple; à l'autre extrémité de l'eau en surfusion, et, entre ces deux masses du même corps, une atmosphère gazeuse, dans laquelle se répand la vapeur d'eau, et dont on peut faire

varier la pression, on comprend que, quand il y a équilibre de fusion, il y a en même temps équilibre de distillation.

» La pression d'équilibre de fusion est donc celle où un corps solide et le même corps à l'état liquide acquièrent, par la pression, même tension de vapeur : l'état stable, qui change avec la pression, correspond à la plus faible tension.

» Dans le cas où la pression est exercée par un gaz, cette tension dépend, en général, de la nature du gaz. En supposant le cas limite, où elle n'en dépend pas, si p est la pression du gaz à l'équilibre de fusion, f la tension de vapeur du corps solide dans le vide, et F celle du même corps à l'état liquide, on a

$$f + \int_0^p \frac{u}{\varphi - u}\,dp = \mathrm{F} + \int_0^p \frac{u'}{\varphi' - u'}\,dp.$$

» Pour l'eau, au-dessous du point triple $f < \mathrm{F}$, d'où

$$\frac{u}{\varphi - u} > \frac{u'}{\varphi' - u'},$$

ce qui donne, dans le voisinage du point triple, $u > u'$.

» Pour les autres corps, au-dessus de leur point triple, c'est l'inverse.

» On peut appliquer les considérations de cette Note aux phénomènes de transformation allotropique et de dissociation dans lesquels se produisent des gaz (¹). »

PHYSIQUE. — *Sur la propriété de décharger les conducteurs électrisés, produite dans les gaz par les rayons X et par les étincelles électriques.* Note de M. **Émile Villari**, présentée par M. Mascart.

« Les gaz traversés par les rayons X acquièrent la propriété de décharger les conducteurs électrisés. Il résulte de mes recherches les plus récentes qu'ils acquièrent cette propriété rapidement et qu'ils la conservent pendant un certain temps.

» En effet, en excitant par les rayons X un gaz contenu dans un récipient de zinc avec une mince paroi d'aluminium, et en le poussant rapidement par un tube de verre long et gros (3×1000^{cm}) contre un électroscope, on voit celui-ci se décharger. Au contraire, il ne se décharge pas si le courant de gaz n'est point excité par les rayons X.

(¹) Ce travail a été fait au Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

La propriété de décharger les conducteurs se perd petit à petit à mesure que le gaz passe par des tubes plus longs, qui peuvent être de verre ou de métal, isolés ou non. Ces expériences ont été faites avec l'air, l'oxygène, le gaz d'éclairage, l'hydrogène et un mélange d'air et de vapeurs éthérées ou de sulfure de carbone.

» Ces gaz acquièrent la même propriété en passant par un tube de verre parcouru par une série d'étincelles d'un inducteur, renforcées par un condensateur.

» La longueur des étincelles au delà de 4^{mm} à 5^{mm} n'a pas d'influence sensible sur le phénomène. Mais l'efficacité pour la décharge augmente à peu près du double, lorsque quatre étincelles, au lieu d'une seule, se produisent dans le tube. Les étincelles de l'inducteur non renforcées ont une action sensiblement plus faible, qui augmente jusqu'à une certaine limite avec la longueur de l'étincelle, et diminue ensuite jusqu'à zéro. L'efficacité des étincelles renforcées ne diminue pas s'il s'en produit une autre en dehors du tube; mais elle diminue sensiblement lorsqu'on augmente la résistance du circuit induit au moyen d'une colonne de solution du sulfate de cuivre. L'efficacité pour la décharge augmente un peu avec la rapidité du courant gazeux et diminue avec la longueur du tube qui conduit le gaz du tube à étincelles à l'électroscope.

» Cette propriété ne peut être attribuée au réchauffement produit par les étincelles dans le gaz : d'une part, elles ne l'échauffent que peu; d'autre part, la colonne gazeuse chauffée fortement au moyen d'une flamme, mais non activée par les étincelles, ne décharge pas l'électroscope. »

PHYSIQUE. — *De l'action de l'effluve électrique sur la propriété des gaz, de décharger les corps électrisés.* Note de M. **Émile Villari**, présentée par M. Mascart.

« Il résulte de ma Note précédente que les gaz acquièrent la propriété de décharger les corps électrisés, non seulement par l'action des rayons X, mais aussi lorsqu'ils sont traversés par une série d'étincelles électriques énergiques. De nouvelles recherches me mettent à même d'affirmer que les gaz traversés par les étincelles semblent acquérir une plus grande conductibilité pour la chaleur.

» Deux tubes de verre, courts et gros, réunis par d'autres tubes minces, étaient parcourus par un même courant gazeux. Dans le premier, on pouvait produire, avec des fils de platine, quatre étincelles fournies par un inducteur, renforcé par un condensateur; dans le second, se trouvait une petite spirale de platine. On poussait

par les tubes un courant gazeux et l'on portait, à l'aide d'une pile, la petite spirale au rouge naissant; on activait ensuite le tube à étincelles : la petite spirale se refroidissait et devenait sombre. Les expériences ont été exécutées avec l'air et le gaz d'éclairage.

» La propriété, acquise par les gaz, de décharger les corps électrisés, peut, peut-être, être attribuée à une espèce de dissociation des molécules gazeuses. Guidé par cette supposition, j'ai voulu essayer l'effet de l'effluve électrique sur les gaz. Je poussai, au moyen d'un ozonateur de verre, un courant d'oxygène ou d'air contre l'électroscope; je vis que ce dernier ne se déchargeait pas. Il en était de même d'un courant de gaz d'éclairage ou d'hydrogène. L'effluve ne détermine donc pas dans les gaz la propriété de décharger les conducteurs. Mais, ce qui est particulièrement remarquable, c'est que l'effluve semble l'anéantir dans les gaz qui l'ont précédemment acquise. Un courant gazeux, activé par les rayons X ou par les étincelles, fut poussé contre un électroscope, après avoir passé par un ozonateur de verre. Avec un ozonateur inactif, l'électroscope se déchargeait aussitôt, tandis qu'il ne se déchargeait plus lorsqu'on activait l'ozonateur. Les expériences furent exécutées avec l'air, l'oxygène et le gaz d'éclairage.

» On sait que les produits de combustion des flammes déchargent rapidement les conducteurs. Dans une Note récente, j'ai démontré que cette propriété diminue un peu quand ces produits sont refroidis par un réfrigérant à eau courante, de 2^m de longueur environ. Si l'on fait passer ces produits, chauds ou froids, par un ozonateur en activité, ils perdent complètement leur efficacité pour décharger des conducteurs, comme la perdent les gaz excités par les rayons X ou par les étincelles. »

CHIMIE. — *Succession des poids atomiques des corps simples.* Note de M. **Delauney.**

« Je me suis servi, pour cette étude, des Tables des poids atomiques données par MM. Mendelejeff et Lothar Meyer, et par l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*. J'ai pris pour valeurs des poids atomiques des corps simples les nombres entiers dont les nombres des Tables se rapprochent le plus.

» J'ai partagé les poids atomiques ainsi rectifiés en quatre classes, suivant qu'ils étaient des multiples de 4 ou des multiples de ce même nombre, plus 1, 2 ou 3.

PREMIÈRE CLASSE. — *Poids atomiques multiples de 4.*

» Les poids atomiques multiples de 4 sont contenus dans le Tableau ci-après :

4	12 Carbone.	4	92 Cérium.	4	172 »
8	16 Oxygène.	8	96 Molybdène.	8	176 Ytterbium.
4	24 Magnésium.	4	104 Rhodium.	4	184 Tungstène.
4	28 Silicium.	4	108 Argent.	4	188 »
8	32 Soufre.	8	112 Cadmium.	8	192 Iridium.
4	40 Calcium.	4	120 Antimoine.	4	200 Mercure.
4	44 Scandium.	4	124 »	4	204 Thallium.
4	48 Titane.	4	128 »	4	208 Bismuth.
4	52 Chrome.	4	132 Cœsium.	4	212 »
24	56 Fer.	24	136 »	24	216 »
	80 Brome.		160 Gadolinium.		240 Uranium.

» Il est à remarquer que les nombres portés dans ce Tableau sont obtenus de la même façon dans chaque colonne, soit en ajoutant successivement, à partir de chaque tête de colonne, les nombres : 4, 8, 4, 4, 8, 4, 4, 4, 4, 24.

» La première tête de colonne étant 12, les deux autres se succèdent de 80 en 80.

» Le Tableau présente des lacunes provenant probablement de corps simples encore ignorés ou à poids atomiques mal déterminés.

DEUXIÈME CLASSE. — *Poids atomiques multiples de 4 plus 3.*

» Les poids atomiques de la deuxième classe paraissent suivre la même succession que ceux de la première, mais en partant de 7 au lieu de 12. Le Tableau ne comporte que deux colonnes :

4	7 Lithium.	4	87 Strontium.
8	11 Bore.	8	91 »
4	19 Fluor.	4	99 »
4	23 Sodium.	4	103 Ruthénium.
8	27 Aluminium.	8	107 »
4	35 Chlore.	4	115 »
4	39 Potassium.	4	119 »
4	43 »	4	123 »
4	47 »	4	127 Iode.
24	51 Vanadium.	24	131 »
	75 Arsenic.		155 »

» Observons que certains corps, dont les poids atomiques sont des multiples de 4 plus 3, ne figurent pas dans ce Tableau. Ce sont : le phosphore (31), le manganèse (55), le cobalt et le nickel (59), le cuivre (63), le sélénium (79), le lanthane (139), le thulium (171), l'osmium (195), le plomb (207) et le thorium (231). En revanche, on constate dans le Tableau de nombreuses lacunes. Or, ces dernières semblent correspondre à des corps qui, ne pouvant subsister, se sont décomposés chacun en deux autres qui se trouvent être précisément ceux dont nous venons de signaler l'absence. On a, en effet :

$2 \times 43 = 31$ (Phosphore) $+ 55$ (Manganèse).
$2 \times 47 = 31$ (Phosphore) $+ 63$ (Cuivre).
$2 \times 91 = 79$ (Sélénium) $+ 103$ (Ruthénium).
$2 \times 99 = 59$ (Cobalt ou nickel) $+ 139$ (Lanthane).
$2 \times 107 = 7$ (Lithium) $+ 207$ (Plomb) $= 19$ (Fluor) $+ 195$ (Osmium).
$2 \times 115 = 59$ (Cobalt ou nickel) $+ 171$ (Thulium).
$2 \times 119 = 7$ (Lithium) $+ 231$ (Thorium).

Troisième classe. — *Poids atomiques multiples de 4 plus 2.*

» Les poids atomiques de la troisième classe sont peu nombreux. Ce sont :

Différence	Poids	Corps
	2	Hélium.
12	14	Azote.
56	70	Gallium.
20	90	Yttrium ou Zirconium.
16	106	Palladium.
20	126	Tellure.
56	182	Tantale.
12	194	Platine.

» Ces divers poids atomiques sont obtenus en partant de 2 et ajoutant successivement 12, 56, 20, 16, 20, 56, 12, nombres qui offrent une remarquable symétrie.

Quatrième classe. — *Poids atomiques multiples de 4 plus 1.*

» Les poids atomiques de cette classe sont encore moins nombreux que ceux de la catégorie précédente. Ils paraissent suivre une loi analogue à celle de ces derniers :

Différence	Poids	Corps
	9	Glucinium.
56	65	Zinc.
20	85	Rubidium.
16	101	»
20	121	»
56	177	»

» Le baryum (137), qui appartient à la quatrième classe, paraît être fourni par la décomposition du corps simple instable 101, comme cela a déjà été indiqué pour la deuxième classe. On a, en effet,

$$2 \times 101 = 65\,(\text{zinc}) + 167\,(\text{baryum}).$$

» *Nota.* — Il est un certain nombre de corps simples qui ne se trouvent mentionnés dans aucune des quatre classes précédentes. Ce sont d'abord quelques corps encore peu connus, tels que l'argon, l'erbium, l'holmium, le néodyme, le praséodyme et le terbium; puis des corps comme le didyme, l'iridium et le niobium, sur les poids atomiques desquels on n'est pas encore bien fixé, enfin l'étain et l'or. Pour l'étain, on hésite entre 117,35 et 118 et pour l'or entre 196,2, 196,6 et 199.

» Une meilleure connaissance des poids atomiques des corps précédents semblerait devoir faire disparaître les exceptions que nous venons de signaler. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Éthers phosphopalladiques. Dérivés ammoniacaux des éthers phosphopalladeux et phosphopalladiques.* Note de M. **Finck**, présentée par M. Schützenberger.

« *Éther éthylphosphopalladique* $P^2(C^2H^5O)^6PdCl^2$. — Le chlorure phosphopalladique ($P^2Cl^6PdCl^2$), placé sous une cloche en présence d'alcool absolu et de chaux vive, absorbe les vapeurs d'alcool et il se dégage de l'acide chlorhydrique qui est absorbé par la chaux. La masse liquide obtenue, placée dans le vide entre deux vases contenant l'un de l'acide sulfurique, et l'autre de la chaux vive, donne des cristaux prismatiques rouges insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool. Ces cristaux lavés à l'eau, recristallisés plusieurs fois dans l'alcool et séchés dans le vide, donnent le corps cité.

» *Éther méthylphosphopalladique* $P^2(CH^3O)^6PdCl^2$. — Le chlorure phosphopalladique, placé sous une cloche en présence d'alcool méthylique pur et de chaux vive, donne un liquide sirupeux. Par addition d'un peu d'eau, on a un précipité qui se redissout par agitation. En filtrant et ajoutant au liquide filtré une nouvelle quantité d'eau, le précipité se reforme. Ce précipité filtré, lavé à l'eau contenant un peu d'alcool, donne, après recristallisation dans l'alcool méthylique et dessiccation dans le vide, le corps cité. Ce corps cristallise en aiguilles prismatiques blanches solubles dans l'alcool, dans la benzine et dans l'éther.

» *Dérivés ammoniacaux des éthers éthyl et méthylphosphopalladeux.* — En dissolvant l'éther éthylphosphopalladeux dans l'ammoniaque, on a un liquide incolore qui, évaporé dans le vide, donne des cristaux incolores solubles dans l'eau et dans l'alcool.

» La solution de ce même éther dans la benzine saturée par le gaz ammoniaque donne, après quelque temps, une masse cristalline déliquescente soluble dans l'eau et dans l'alcool.

» L'analyse du corps obtenu par ces deux procédés conduit à la formule $P(C^2H^5O)^3PdCl^2 2AzH^3$.

» Le corps obtenu dans les mêmes conditions avec l'éther méthylphosphopalladeux a pour formule $P(CH^3O)^3PdCl^2, 2AzH^3$.

» En saturant la solution alcoolique d'éther éthylphosphopalladeux par le gaz ammoniac, on obtient des cristaux solubles dans l'eau et dans l'alcool. L'analyse de ces cristaux, séchés dans le vide, conduit à la formule

$$P(C^2H^5O)^3PdAz^2H^4, 2HCl + P(C^2H^5O)^3AzH^3PdAz^2H^4, 2HCl,$$

formée de 1 molécule du corps $P(C^2H^5O)^3AzH^3PdAz^2H^4, 2HCl$ et de 1 molécule du corps $P(C^2H^5O)^3PdCl^2 2AzH^3$.

» Avec l'éther méthylphosphopalladeux on a le composé

$$P(CH^3O)^3PdAz^2H^4, 2HCl + P(CH^3O)^3AzH^3PdAz^2H^4, 2HCl.$$

» *Dérivés ammoniacaux des éthers éthyl et méthylphosphopalladiques.* — En dissolvant l'éther éthylphosphopalladique dans l'ammoniaque et évaporant la solution dans le vide, on a des cristaux blancs, déliquescents, solubles dans l'alcool. Ce corps a pour formule $P^2O(C^2H^5O)^5PdAzH^2, HCl$.

» Avec l'éther méthylphosphopalladique, dans les mêmes conditions, on a des cristaux déliquescents, solubles dans l'eau et dans l'alcool. L'analyse de ces cristaux, séchés dans le vide, conduit à la formule $P^2(CH^3O)^6Az^2H^4, 2HCl$.

» *Action des ammoniaques composés sur les éthers éthyl et méthylphosphopalladeux.* — Si, à la solution alcoolique de l'éther éthylphosphopalladeux, l'on ajoute un excès de paratoluidine et qu'on chauffe quelque temps, on obtient, par concentration et refroidissement, une masse cristalline, qu'on débarrasse de l'excès de toluidine par lavage à l'eau contenant un peu d'acide chlorhydrique. Par cristallisation dans l'alcool bouillant et séchage dans le vide, on a des cristaux prismatiques blancs de formule $P(C^2H^5O)^3C^7H^9AzPdCl^2$.

» La solution d'éther méthylphosphopalladeux dans l'alcool donne, avec la toluidine, le corps $P(CH^3O)^3C^7H^9AzPdCl^2$.

» *Action de la pyridine sur les éthers éthyl et méthylphosphopalladeux.* — La solution alcoolique de ces éthers, traitée par la pyridine, donne les corps

$$P(C^2H^5O)^3C^5H^5AzPdCl^2 \quad \text{et} \quad P(CH^3O)^3C^5H^5AzPdCl^2.$$

» J'étudie actuellement l'action de l'oxyde de carbone sur le chlorure palladeux ($PdCl^2$) obtenu par voie sèche et par voie humide. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Lois d'établissement et de persistance de la sensation lumineuse, déduites de recherches nouvelles sur les disques rotatifs.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Lippmann.

« Si l'on fait tourner un disque rotatif composé de secteurs égaux, alternativement blancs et noirs, la teinte résultante est grise; mais ce que l'on n'a pas observé, en France du moins, c'est que cette teinte change avec la

vitesse de rotation et avec l'éclairage. Il nous a été facile de nous convaincre de ces faits avec un appareil, établi par un savant constructeur, M. Démichel, permettant de réaliser facilement des vitesses de 6000 tours à la minute et des vitesses supérieures; on juxtapose successivement avec le pourtour du disque tournant des teintes empruntées au lavis, et l'on note celle qui s'égalise avec la teinte résultante.

» Il ressort de l'expérience que la teinte résultante tend vers le noir aux très grandes vitesses, aux très petites vers un gris plus ou moins saturé et qu'elle atteint un maximum d'intensité aux vitesses moyennes : c'est aux forts éclairages que les teintes varient avec la vitesse dans les limites les plus considérables.

» Tels sont les résultats bruts de l'expérience; mais aux très petites vitesses et aux grands éclairages, on constate, au moment de la dissociation des secteurs du disque, un fait qui devient suggestif, grâce à la théorie du toton chromogène (*Comptes rendus,* 17 février 1896) : la surface centrale du disque blanche, mais tachetée toujours de quelques points noirs, se colore de teintes roses et verdâtres, ce qui tient à ce que les parties centrales de la rétine, plus spécialement sensibles à ces couleurs, sont exclusivement impressionnées; aux vitesses très faibles, l'œil fixe donc alternativement le centre et le pourtour du disque; or nous savons que le minimum perceptible de teintes diminue ou que la sensibilité augmente quand l'œil s'adapte préalablement aux teintes claires (*Comptes rendus,* 27 avril 1896); l'existence d'un maximum de saturation ou d'un minimum d'éclat dans le disque rotatif tient donc à des mouvements des yeux se produisant uniquement aux petites vitesses; quand, par un artifice, on empêche ces mouvements, on n'enregistre plus, aux vitesses relativement faibles, qu'une teinte à peu près uniforme et, à une vitesse relativement grande, un maximum d'éclat. (Les mouvements des yeux aux petites vitesses s'expliquent par la tendance à suivre, conformément à une loi générale, les alternances, dès qu'elles sont à peine sensibles, des secteurs blancs et noirs.)

» Dans ces expériences, la sensation présente deux phases : lors du passage du secteur blanc, une phase d'établissement de durée t_1 et au bout de laquelle la sensation atteint une certaine valeur i_1; puis, lors du passage du secteur noir, une phase de persistance, de même durée t_1, au bout de laquelle la sensation atteint une certaine valeur j. Cette valeur finale, au bout d'un temps plus ou moins long, dès que la sensation a atteint son régime stationnaire, est la même que la valeur initiale présentée à chaque passage périodique du secteur blanc. On a donc, pour la sensation parfaite de blanc B dans les conditions de l'expérience,

$$\text{(1)} \qquad B = j + i_0.$$

» C'est l'existence de ce terme constant j qui différentie ces expériences d'expériences directes sur l'établissement de la sensation, comme celles relatées dans ma Communication du 7 septembre. La teinte y que nous observons est une sensation moyenne que nous devons représenter par l'aire S des courbes d'établissement et de persistance en fonction du temps, divisée par la période complète $t_2 = 2t_1$.

» Le problème est de calculer ces courbes d'établissement et de persistance. Dans un récent travail (*Société de Biologie,* 18 juillet 1896), j'ai montré que l'hypothèse d'une proportionnalité entre les numéros d'ordre

de la sensation, définis par la Psycho-Physique, et l'énergie consommée par la pile physiologique conduit à des conséquences vérifiées par l'expérience dans les problèmes de localisations cérébrales. Cette proposition, conforme à des points de vue émis, d'autre part, par M. E. Solvay, va être démontrée par ses conséquences, en ce qui concerne le courant, mesurable sur un cobaye, qui circule dans le nerf optique lors de chaque sensation.

» Nous avons à considérer ici uniquement des sensations qui commencent et des sensations qui finissent; or, si les numéros d'ordre de sensations sont proportionnels à l'énergie d'une pile bien définie, comme l'énergie d'un courant variable de fermeture est égale à la moitié du carré de l'intensité du courant constant de régime, les sensations doivent être ici proportionnelles non plus à des intensités, mais à des carrés d'intensités de courants. Si nous appelons α le coefficient de rapidité avec laquelle la sensation s'établit, β le coefficient de déperdition qu'elle subit dans la période de persistance, nous aurons, i_1, i_0 étant des numéros d'ordre de sensations,

$$i_1 = j + i_0(1 - e^{-\alpha t_1})^2, \tag{2}$$

$$j = i_1 e^{-2\beta(t_2 - t_1)} = i_1 e^{-2\beta t_1}. \tag{3}$$

» L'aire S se décompose en deux : l'aire d'établissement S_1, l'aire de persistance S_2. L'intégration conduit, pour chacune de ces aires, à des valeurs qui, additionnées, nous donnent pour l'aire totale, égale à $2yt_1$,

$$2yt_1 = (j + i_0)t_1 - \frac{2i_0}{\alpha}(1 - e^{-\alpha t_1}) + \frac{i_0}{2\alpha}(1 - e^{-2\alpha t_1}) + \frac{i_1}{2\beta}(1 - e^{-2\beta t_1}).$$

» Posons $\alpha t_1 = x$ et $\beta = \varepsilon\alpha$; on a $\beta < \alpha$, car la sensation met plus de temps à persister qu'à s'établir. Remplaçant $j + i_0$ par B et divisant par t_1, on aura, après élimination de i_0 et i,

$$\frac{2y}{B} = 1 - \frac{2}{x}\frac{(1 - e^{-2\varepsilon x})}{1 - e^{-2\varepsilon x}(2e^{-x} - e^{-2x})}\left[1 - e^{-x} - \frac{(1 - e^{-2x})}{4}\right] + \frac{1}{2\varepsilon x}\frac{(1 - e^{-x})^2}{1 - e^{-2\varepsilon x}(2e^{-x} - e^{-2x})}(1 - e^{-2\varepsilon x}). \tag{4}$$

» En cherchant les valeurs de $\frac{2y}{B} = \frac{y}{\frac{B}{2}}$ pour les petites valeurs de t_1 et en arrêtant au premier terme le développement en série des exponentielles, on voit facilement que, pour $t = 0$, $\frac{2y}{B} = 0$, ce qui est conforme au sens de l'expérience, et ce qui n'arrive pas quand on adopte pour l'intensité du courant une puissance différente de 2; pour $t = \infty$, toutes les exponentielles sont nulles; on a $y = \frac{B}{2}$, conformément à la théorie classique. Mettant (4) sous la forme plus élégante

$$\frac{2y}{B} = 1 - \overbrace{\frac{1}{2x}\frac{(1 - e^{-2\varepsilon x})}{1 - e^{-2\varepsilon x}(2e^{-x} - e^{-2x})}}^{Q}\overbrace{\left[3 - 4e^{-x} + e^{-2x} - \frac{(1 - e^{-x})^2}{\varepsilon}\right]}^{P}, \tag{5}$$

on peut prouver que $\frac{2y}{B}$ remplit les conditions, exigées par l'expérience, d'avoir un maximum et de n'avoir pas de minimum : pour prouver l'existence du maximum,

puisque $\frac{2y}{B}$ part de o pour $t=0$ et arrive à 1 pour $t=\infty$, il faut prouver $\frac{2y}{B}>1$ dans l'intervalle : or P, pour des valeurs de t voisines de o et pour ε assez petit (ce qui sera vérifié par la suite), se réduit sensiblement à $-\frac{(1-e^{-x})^2}{\varepsilon}$; le numérateur de Q est toujours positif ; son dénominateur pour toute valeur positive de x est également positif : donc $\frac{2y}{B}$ a un maximum. Pour ε suffisamment petit, P est toujours négatif, Q est toujours positif; donc $\frac{2y}{B}$ est positif et n'a point de minimum.

» En développant en séries les exponentielles de (5) et en s'arrêtant à la troisième puissance, on arrive, pour des valeurs très petites de x, à cette expression simplifiée

$$\frac{2y}{B}=\frac{x}{\varepsilon}-\left(\frac{1}{2\varepsilon^2}+\frac{1}{\varepsilon}-\frac{1}{6}\right)x^2 \tag{6}$$

et on a, pour les valeurs très grandes de x,

$$\frac{2y}{B}=1-\frac{1}{2x}\left(3-\frac{1}{\varepsilon}\right). \tag{7}$$

J'identifie alors la courbe de $\frac{2y}{B}$ en fonction du temps avec une fraction rationnelle $z=\frac{mx^2+nx}{mx^2+qx+1}$ qui a un contact du deuxième ordre avec la courbe pour $x=0$ et un contact du deuxième ordre pour $x=\infty$ et j'admets comme première approximation (très suffisante, mais dont on pourrait se servir pour trouver des valeurs plus approchées) que les maxima sont les mêmes dans les deux courbes. J'obtiens ainsi des expressions de m, n, q en fonction de ε. Je puis alors chercher par la méthode élémentaire le maximum de cette fraction rationnelle $m(z-1)x^2-(n-qz)x+z=0$; pour cela j'égale à zéro la quantité placée sous le radical dans l'expression de x; cela me donne une équation en ε

$$\frac{1}{\varepsilon}\left(\frac{z}{2}-1\right)+z=\pm 2\sqrt{(z-1)z}.$$

» Or, $\frac{2y}{B}$ max. $=z$ est connu par les courbes; c'est une constante absolue $=1,5$. Résolvant, par rapport à ε, je trouve pour la racine convenable un nombre un peu plus fort que $\frac{1}{12}$. Connaissant z maximum et ε, je puis résoudre par rapport à $x=\alpha t$, pour z maximum, l'équation résultant de la fraction rationnelle : les courbes donnent t, sensiblement constant et égal à $0'',001$; j'obtiens ainsi, en adoptant pour unité le millième de seconde, $\alpha=\frac{3}{2}$; d'où $\alpha\varepsilon=\beta=\frac{1}{8}$ (1). »

(1) Travail du Laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

ANATOMIE ANIMALE. — *Détermination de la pièce directrice dans la mâchoire des Insectes.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« Dans une série de recherches antérieures, dont j'ai soumis les résultats au jugement de l'Académie ([1]), j'ai étudié les variations que la mâchoire peut offrir, non seulement dans son ensemble, mais dans ses pièces formatrices, quand on l'examine chez les Insectes broyeurs. Pour de semblables investigations, ceux-ci représentent les types fondamentaux : demeurant toujours voisine de son état initial, la mâchoire y laisse sûrement discerner les moindres détails relatifs au développement, aux rapports, etc., de ses diverses parties.

» Fort instructifs pour tout ce qui a trait à l'Anatomie descriptive de l'organe, les Broyeurs deviennent insuffisants, lorsqu'on le considère sous le point de vue de l'Anatomie philosophique.

» Entre autres questions afférentes à celle-ci, il en est une qui a été généralement laissée dans l'ombre. La théorie de Savigny a tracé, en ses grandes lignes, la série des transformations que la mâchoire subit pour s'adapter au régime si variable des Insectes. Mais quel rôle incombe, dans ces nombreuses adaptations fonctionnelles, aux diverses pièces de la mâchoire? Doivent-elles y prendre une part égale; ou bien l'une d'elles, devenant prééminente, réduira-t-elle les autres au rôle de satellites et s'affirmera-t-elle comme le foyer du curieux processus qui métamorphose si étrangement l'organe?

» D'une délicate analyse, ce sujet ne peut être élucidé qu'à la condition de varier, dans les plus larges limites, les types sur lesquels on se propose de déterminer la pièce directrice de la mâchoire.

» On le constate aisément quand, des Broyeurs, on passe aux Hyménoptères. Suivant une opinion trop répandue, leur mâchoire revêtirait toujours la physionomie qu'elle offre chez les Apides, où son aspect diffère profondément de ce qu'il est chez les Broyeurs. Rien de moins fondé qu'une telle généralisation : en réalité, la forme propre aux Broyeurs reparaît dans plusieurs genres (*Vespa, Microgaster,* etc.). La base de l'organe est formée par un sous-maxillaire, au-dessus duquel s'élève un maxillaire,

([1]) Voir *Comptes rendus* de 1879 à 1887 et Concours pour le Grand Prix des Sciences physiques, 1885.

figurant comme la tige centrale de la mâchoire; à sa partie supérieure, se déploient trois appendices, parmi lesquels le palpe est de beaucoup le plus développé, les deux autres (galéa et intermaxillaire) semblant encore secondaires.

» Chez les *Gonatopus*, les *Xyphidrina*, les *Bracon*, on constate que le galéa s'accroît progressivement: en même temps, l'intermaxillaire s'en rapproche de plus en plus étroitement.

» Dans le genre *Perilampus*, on observe ainsi la formation d'une lame mixte, galéo-intermaxillaire. Elle se constitue définitivement avec les *Cephus* et les *Megachile* : très allongé, absorbant, pour ainsi dire, l'intermaxillaire, le galéa se transforme en une lame puissante qui devient, dès maintenant, la partie principale de la mâchoire.

» Voilà donc l'organe complètement modifié, ne rappelant aucunement ce qu'il était chez les Broyeurs, s'acheminant, au contraire, vers les formes qu'il offrira chez les Suceurs, tels que les Lépidoptères, etc.

» Aussi pourrais-je passer immédiatement à l'examen de ceux-ci. Toutefois, il me semble préférable de les relier aux Insectes précédents par un groupe intermédiaire, celui des Phryganides. Sans discuter leurs affinités multiples, sans rappeler quelle régression peuvent subir leurs organes buccaux, je crois devoir insister sur les dispositions propres à leur mâchoire.

» Sa partie somatique répond, non au maxillaire qui est confiné à la base de l'organe avec le sous-maxillaire, mais au galéa complété par un mince intermaxillaire; nouvelle manifestation des tendances esquissées chez les *Cephus*, les *Megachile*, etc. Le galéa apparaît comme la pièce directrice de la mâchoire, et cette notion s'accentuera mieux encore dans les groupes suivants.

» En ce qui concerne les Lépidoptères, Savigny a montré que leur spiritrompe est due à l'union des deux mâchoires; toutes les opinions contraires ont été reconnues indéfendables. Mais quel est le mode de constitution des mâchoires ainsi transformées? Quelle part revient aux différentes pièces maxillaires dans la réalisation de ce singulier appareil?

» L'observation montre que toute la partie active de l'organe est d'origine galéaire. Sa base comprend les sous-maxillaires et maxillaires; fort réduits et rejetés sur les flancs de cette base, les palpes ne prennent aucune part à la constitution de la trompe proprement dite.

» Lorsqu'on examine un stylet maxillaire d'Hémiptère, on est frappé de sa similitude avec une mâchoire de Papillon. Dans les deux cas, la base répond aux mêmes pièces; la région lamelleuse (cannelée, excavée, séti-

forme, etc.) est essentiellement galéaire; la démonstration en est aisée à fournir et certains Cicadaires s'y prêtent particulièrement.

» De même, pour les Diptères, il importe de choisir convenablement les types d'observation. Si l'on aborde l'étude de l'ordre par le groupe des Muscides, ainsi qu'on a coutume de le faire, on se heurte à des difficultés qui expliquent bien des divergences. Elles disparaissent quand on s'adresse à telle autre famille.

» Celle des Eristalides doit être particulièrement citée comme offrant des formes qui se relient aux précédentes, en établissant d'autre part le passage aux singulières mâchoires des Diptères regardés comme les plus aberrants à cet égard. Je me borne à résumer les dispositions offertes par l'*Eristalis tenax*. Sur une base scindée en deux régions, s'insèrent un petit palpe et une longue lame qui donne à la mâchoire sa configuration générale; elle représente le galéa, auquel s'accole l'intermaxillaire.

» De même, chez les Tabanides, les Culicides, etc., on reconnaît que la prééminence appartient au galéa, si secondaire quand on se borne à considérer les Broyeurs. Leur étude exclusive conduirait à regarder le maxillaire comme la pièce directrice; rien ne serait plus inexact. L'analyse morphographique montre, en effet, que le maxillaire subit une véritable régression, tandis que la mâchoire acquiert une nouvelle importance fonctionnelle. Celle-ci s'exprime par quelques tendances s'affirmant progressivement : 1° élongation du galéa; 2° fusion de l'intermaxillaire avec le galéa; 3° réduction du palpe.

» Un double balancement organique se manifeste ainsi : la région maxillaire décroît à mesure que se développe la région appendiculaire; puis, dans celle-ci, le palpe et l'intermaxillaire s'atténuent corrélativement à la croissance du galéa, seule pièce directrice.

» Ces faits semblent de nature à modifier la conception classique de la mâchoire; en outre, ils comportent une extension rapide aux autres organes buccaux. Tel est l'objet des recherches que je poursuis en ce moment et dont j'espère pouvoir exposer les résultats dans une prochaine Communication. »

ZOOLOGIE. — *Sur les mœurs de l'*Evania Desjardinsii, *Blanch.* Note de M. **Edmond Bordage**, présentée per M. Blanchard.

« Il y a quelques mois, j'avais récolté à l'île de la Réunion un certain nombre d'oothèques de Blattes, dans l'espoir d'en voir sortir des parasites

de la famille des Chalcidiens. Peu de jours après, je fus très surpris en apercevant, dans la boîte vitrée qui contenait ces oothèques, un Hyménoptère mesurant de 7^{mm} à 8^{mm}, de couleur noire et n'appartenant, en aucune façon, à la famille des Chalcidiens.

» Au premier abord, cet insecte semblait avoir l'abdomen atrophié ou mutilé. Je reconnus ensuite, à l'examen des principaux caractères, que j'avais affaire à un Evanien : abdomen court, pédiculé, comprimé latéralement, s'insérant sur le dos du métathorax, antennes filiformes, aussi longues que le corps. Enfin, la nervation des ailes était bien celle du genre *Evania*. La ressemblance avec une espèce que l'on trouve en France, l'*E. appendigaster*, me fit d'abord croire que c'était un représentant de cette espèce. Puis, en regardant plus attentivement l'abdomen rudimentaire, je le trouvai comprimé latéralement, mais un peu plus arrondi que celui de l'*E. appendigaster*, qui est nettement triangulaire. Des recherches bibliographiques m'apprirent enfin que l'espèce qui m'intéressait était l'*E. Desjardinsii*, décrite par M. Émile Blanchard (*Hist. nat. des Insectes*, t. I, p. 299). Cette espèce, signalée à l'Ile de France, n'avait pas encore été mentionnée à Bourbon, et le Musée d'Histoire naturelle de Saint-Denis n'en possédait aucun spécimen.

» Après avoir signalé, dans cette île, la présence d'une espèce entomologique qui n'y avait pas encore été observée — et qui, peut-être, y a été introduite de l'une des deux autres Mascareignes, à une époque relativement récente, — je suis heureux de pouvoir faire connaître quelques détails remarquables au sujet des mœurs des Evanies. L'insecte parfait butine sur les plantes, mais la larve est parasite. Pour certains auteurs, Reid, le D[r] Arnold (cités par Kirby et Spence, *Introd. to Entom.*, t. I, p. 580, et t. IV, p. 216), cette larve serait parasite des Blattes elles-mêmes. Il est difficile de supposer que l'œuf, qui donnera naissance au parasite, puisse être introduit dans le corps de la Blatte, lorsque cette dernière a complètement subi ses métamorphoses; les téguments de l'Orthoptère seraient alors certainement trop résistants pour que la tarière des Evanies pût les perforer. Il est même tout probable que ce faible instrument aurait beaucoup de peine à pénétrer entre deux segments du corps de la Blatte. Il faudrait alors admettre que l'introduction de l'œuf a eu lieu lorsque l'Orthoptère était encore à l'état de larve ou à l'état de nymphe (immédiatement après chaque mue, le corps est blanc et mou).

» Peut-être les choses se passent-elles de la sorte pour certaines espèces du genre *Evania;* mais je crois fortement que les observations de Mac-

Leay, Lewis et Stephens (cités par Westwood, *Trans. ent. Soc.* t. III, p. 240) sont plus exactes et que, d'une façon générale, les jeunes Evanies vivent en parasites dans l'oothèque des Blattes. C'est du moins, comme j'ai pu m'en assurer, le cas de l'*E. Desjardinsii.* Cette espèce, qui mesure de 7^{mm} à 8^{mm}, lors de son complet développement, subit toutes ses métamorphoses à l'intérieur d'une oothèque présentant une longueur de 12^{mm} à 15^{mm}, et appartenant tantôt à la *Blatta americana,* tantôt à la *B. Maderæ.* La larve ne se tisse pas de cocon proprement dit; elle se contente de sécréter quelques fils d'une soie grisâtre et assez grossière, appliqués contre la paroi de la capsule ovigère. Cette soie isole la larve des petits débris provenant de la destruction des cloisons de l'oothèque.

Récemment, j'ai pu observer des Evanies pénétrant dans des habitations. Elles devaient, probablement, chercher les oothèques déposées par les Blattes dans les coins un peu obscurs; mais, malgré toute mon attention, je n'ai jamais pu les prendre sur le fait.

Je n'ai vu qu'une seule fois l'*E. Desjardinsii* poursuivre une Blatte. C'était au mois de juin de cette année, au Jardin botanique de Saint-Denis. L'Hyménoptère tournait autour d'une femelle de *B. americana*, dont l'oothèque, encore molle et blanchâtre, faisait saillie à l'extrémité de l'abdomen. L'Orthoptère, à moitié aveuglé par la brillante lumière, fuyait devant son agresseur et parvint à se réfugier dans une fente que lui offrait l'écorce d'un arbre; ce qui interrompit une observation dont le résultat final m'eût vivement intéressé. Malgré tout, je suis persuadé que l'Evanie avait l'intention d'introduire un œuf dans la capsule ovigère encore portée par la Blatte.

» Un auteur cité par Westwood (*loc. cit.*), M. Stephens, semble disposé à admettre que chaque espèce du genre *Evania* est parasite d'une seule espèce du genre *Blatta*, tandis que la réciproque ne serait pas exacte, c'est-à-dire qu'une seule espèce du genre *Blatta* pourrait avoir comme parasites deux espèces du genre *Evania.* Se basant sur le fait que les *E. minuta* et *fulvipes* sont abondantes dans les régions de l'Europe habitées par la *Blatta lapponica,* il les considère comme indigènes; tandis que, d'après lui, l'espèce type, *E. appendigaster*, qui recherche la *B.* (*Periplaneta*) *orientalis,* disséminée par la navigation dans le monde entier, devrait être considérée comme importée avec cet Orthoptère.

» Si, en concluant de la sorte, M. Stephens était dans l'intention de formuler une règle générale, l'exemple de l'*E. Desjardinsii* vient doublement infirmer cette règle, car : 1° cette Evanie est parasite d'au moins deux espèces différentes du genre *Blatta;* 2° ni l'une ni l'autre de ces Blattes n'étant spéciale aux Mascareignes, on devrait conclure, toujours d'après M. Stephens, que l'*E. Desjardinsii* est originaire de l'Amérique tropicale, comme

B. americana, ou de la région d'où provenait, à l'origine, la *B. Maderæ,* deux suppositions inadmissibles, puisque l'Evanie en question est spéciale aux îles Mascareignes.

» Il est cependant juste de reconnaître que, si cette règle est actuellement en défaut, elle a été en partie exacte à l'origine. En effet, avant l'introduction des *B. americana* et *Maderæ,* l'*E. Desjardinsii* devait être le parasite d'une ou plusieurs Blattes appartenant spécialement à la faune des Mascareignes. Peut-être même cette Evanie est-elle encore parasite de cette espèce, ou de *ces espèces* indigènes, parmi lesquelles je pourrais citer la *Blatta corticum,* la *B. cinerea* qui mesure jusqu'à 28^{mm}, et dont l'oothèque doit être de belles dimensions.

» Actuellement, et d'une façon générale, il semble donc rationnel de chercher plutôt une relation entre la taille de l'Evanie et celle de l'oothèque de la Blatte correspondante. Il faut que la larve de l'Hyménoptère trouve, dans la capsule ovigère, l'espace nécessaire pour se développer et surtout une quantité de nourriture suffisante. On comprend que, à la rigueur, si la seconde condition était remplie, la première ne serait pas tout à fait indispensable; car, dans le cas où, à un certain moment, les dimensions de l'oothèque deviendraient insuffisantes, la larve pourrait sortir de cet asile et se tisser un cocon pour y achever sa métamorphose.

» Il nous reste encore à compléter des points importants concernant les mœurs et le développement de l'*Evania Desjardinsii;* nous espérons pouvoir le faire assez prochainement. »

BOTANIQUE. — *Nouvelles observations sur les Bactériacées de la Pomme de terre.* Note de M. E. **Roze**, présentée par M. Chatin.

« Dans des Notes précédentes [1] j'ai pu indiquer le rôle important que jouent plusieurs Micrococques dans certaines maladies dont sont affectés les tubercules de Pommes de terre. En continuant mes recherches sur le même sujet, j'ai fait quelques nouvelles constatations que je demande la permission de signaler.

» Lorsque, dans l'été, par une température dépassant 20°, des tubercules sains restaient plongés pendant un jour ou deux dans l'eau, j'ai pu observer qu'ils sont très souvent envahis par le *Bacillus Amylobacter.* Ce Bacille

---

(1) *Comptes rendus,* 1er semestre 1896.

continue à se développer dans les tubercules, même lorsque ceux-ci sont retirés de l'eau, et il ne reste bientôt plus que leur enveloppe épidermique, tout le parenchyme ayant été détruit par la fermentation butyrique. Mais, au-dessous de 20°, ces phénomènes ne se produisent plus. Ceci, du reste, est conforme aux observations très précises de M. Van Tieghem.

» Dans le mois de septembre, je mis en expérience, sous cloche humide, des tubercules de diverses variétés de Pommes de terre qui avaient présenté, lors de la récolte, des taches brunâtres sur leur épiderme. Sur la surface coupée de plusieurs de ces tubercules, je vis bientôt sortir un mucus blanchâtre que je reconnus pour être celui du *Micrococcus albidus;* seulement, il se montrait presque toujours associé à un Bacille qui m'a paru être le *Bacillus subtilis*.

» Ce Bacille, doué de son mouvement caractéristique, ne s'est présenté d'abord que sous les formes sphérique (diamètre 1 µ) et elliptique unicellulaire (diamètre 1×2 µ) ou bien en baguettes de 2 ou 4 cellules (longueur 3 ou 6 µ); ce n'est que vers la fin de sa période d'action qu'il s'est offert en bâtonnets simples, longs de 3 µ, avec une spore centrale ou deux spores polaires, ou bien longs de $3^{\mu},5$, avec trois spores, et des bâtonnets doubles, longs de 6 ou 7 µ, avec respectivement cinq ou six spores. Je n'ai pu réussir à distinguer de cil à l'extrémité de ses cellules végétatives ou sporigènes.

» Dans d'autres expériences, un tubercule de la variété *Négresse,* à demi plongé dans l'eau, émit sur une de ses parties émergées un mucus bleuâtre qui était constitué par un Microcoque de forme et de dimension semblables à celles du *Micrococcus albidus*. Par des inoculations à des tubercules sains de Pommes de terre jaunes, j'ai pu reconnaître qu'il s'agissait bien de cette même espèce de *Micrococcus,* dont le mucus avait dû se colorer en traversant l'épiderme violet foncé du tubercule de *Négresse*, car sur les variétés jaunes cette teinte avait complètement disparu.

» Ayant ainsi à ma disposition ce Microcoque, d'un côté à l'état de pureté, de l'autre associé au Bacille, j'en ai fait deux préparations microscopiques distinctes que j'ai conservées pendant trois semaines à l'abri de l'évaporation, et auxquelles j'ajoutai de nouvelle eau tous les jours. J'ai pu suivre de la sorte les actions de ces deux parasites, à l'aide de ces préparations dans lesquelles se trouvaient placées avec eux des cellules isolées, extraites de tubercules sains de Pommes de terre.

» Le *Micrococcus albidus,* seul, commença par prendre assez de développement pour entourer complètement les cellules; je le vis se fixer sur leurs membranes et y demeurer pendant plusieurs jours sans action apparente. Le dixième jour, des pénétrations par le Microcoque eurent lieu dans l'intérieur des cellules, puis un envahissement presque complet se manifesta, soit dans le liquide interne, soit sur les grains de fécule. La pénétration se fit après la fixation des éléments cellulaires du Microcoque sur les

membranes : elle a dû avoir lieu par suite d'une dissolution lente de ces membranes sur les points mêmes de fixation, faculté bien connue dont sont doués les zoospores et les mycéliums des Champignons. Mais le résultat final fut que les cellules envahies prirent seulement une légère teinte brunâtre, les membranes cellulaires et les grains de fécule étant respectés. L'action du Microcoque associé au Bacille fut un peu plus rapide : la pénétration eut lieu peu après la fixation des cellules des deux parasites sur les membranes, ce qui leur permit de se répandre en masse dans le suc cellulaire et sur les grains de fécule. Le résultat final fut différent de celui signalé plus haut. Dix jours après, en effet, les membranes des cellules envahies avaient disparu; il ne restait plus, pour en indiquer la place, que de petits amas de grains de fécule qui étaient fissurés, soit vers le milieu, soit sur les bords.

» Du reste, lorsqu'on étudie l'action de cette association parasitaire sur des tubercules coupés, le *Bacillus subtilis* étant aérobie, on voit le parenchyme, d'abord couvert d'un mucus blanchâtre, se creuser et s'affaisser peu à peu, le mucus augmenter puis descendre au fond de l'épiderme des tubercules respecté par les parasites, et se produire pendant ce temps un dégagement d'acide butyrique très caractérisé. Les observations microscopiques permettent alors de constater qu'il se trouve dans le liquide muqueux, avec le Bacille et le Microcoque, des cellules isolées, mises ainsi en liberté par la dissolution des membranes intercellulaires, et de très nombreux grains de fécule fissurés par l'action spéciale du Bacille. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Nouvelles remarques sur le Kerosene shale de la Nouvelle-Galles du Sud.* Note de M. **C.-Eg. Bertrand.**

« 1. Le Kerosene shale s'est formé de la même manière dans ses divers gisements [1]. L'agent spécial de sa formation est partout une algue bullaire et flottante de l'ordre des Volvocinéennes, le *Reinschia australis*.

» 2. Le boghead australien est un exemple de couche charbonneuse produite par l'accumulation d'une seule espèce d'algues. Il n'y a mélange d'espèces que dans la seule localité de Doughboy-Hollow, où une autre algue gélatineuse et flottante, le *Pila australis,* s'ajoute au Reinschia dans la faible proportion de 9 pour 100. Cette particularité du Kerosene shale

---

[1] Les échantillons de Kerosene shale que j'ai étudiés proviennent des localités suivantes : Doughboy-Hollow au nord ; Blockheath, Capertree, Megalong, Hartley, Mount-Victoria dans la région de l'ouest; collines de Tonalli au sud-ouest; Joadja Creek, près Mittagong, dans le sud.

de Doughboy-Hollow établit la contemporanéité des genres *Pila* et *Reinschia* dans une même localité, à l'époque houillère.

» 3. Je n'ai pas encore rencontré le genre *Reinschia* en dehors du boghead de la Nouvelle-Galles.

» 4. Se développant à la manière de nos fleurs d'eau, le Reinschia a apporté dans un temps très court une quantité de substance gélosique suffisante pour prédominer sur toutes les autres matières du dépôt charbonneux et lui donner son caractère spécial.

» 5. L'intensité de l'intervention gélosique des Reinschia dépend bien plus de leur état de développement que de leur nombre.

» 6. Les thalles des Reinschia sont descendus de la surface de l'eau, où ils vivaient sur le fond, englobés dans une gelée brune chargée de corps coccoïdes, comme les menus débris végétaux humifiés, comme les spores et le pollen. Au moment de la formation des grandes couches de boghead, il y a eu descente, en masse et par nappes, de la matière végétale flottante.

» 7. L'aspect plus ou moins satiné du Kerosene shale dépend de la proportion de gélose qu'il contient. Celle-ci est transformée en un corps jaune transparent, dont la cassure vitreuse et luisante contraste avec le charbon mat produit par la substance humique fondamentale.

» 8. La transformation de la gélose des Reinschia en carbures d'hydrogène ne paraît pas être le résultat d'un travail bactérien, car elle s'est faite sans altérer la configuration de ces organismes. Les seules traces que j'ai pu rapporter à l'activité bactérienne sont des cannelures creusées dans la gélose des thalles du vivant de la plante.

» 9. Ce que l'on appelle *mur du boghead,* dans le gisement d'Hartley, n'est qu'une partie de la couche charbonneuse moins riche en matière gélosique, 0,430 à 0,538 au lieu de 0,846 à 0,911.

» 10. A Hartley, le toit du boghead est de même la continuation directe de cette formation, mais la gélose des Reinschia, qui forme encore les 0,430 de la masse du dépôt au sommet du boghead, n'intervient plus que pour 0,015 dans le schiste du toit. Par suite de cette grande réduction de la substance gélosique, les autres matières du dépôt, gelée fondamentale, spores, pollen, menus débris humifiés, ainsi que le bitume et les matières minérales, prennent une importance prépondérante; le résultat est un schiste sporopollinifère au lieu d'un charbon d'algues. Une seule cause pourtant a été modifiée dans les conditions de la formation, le moindre développement des Reinschia. Ceux-ci sont *seize fois* moins nombreux, ils sont en outre très jeunes et, par suite, très petits. A 30^{cm} au-dessus du

boghead, dans le *casing*, l'intervention gélosique des Reinschia est devenue *un million de fois* plus faible qu'au moment du boghead.

» 11. Les spores et le pollen ajoutés au Kerosene shale proviennent d'un petit nombre d'espèces de plantes, ce qui indique une grande uniformité de la végétation voisine. Ces pluies de soufre se sont prolongées pendant toute la durée de la formation charbonneuse. Enfouies après macération, mais sans humification préalable, ces poussières végétales ont donné des lamelles jaunes. Malgré leur nombre, leur intervention est toujours faible. Ainsi, dans le toit du boghead d'Hartley, où il y a 1152 spores et 1920 grains de pollen par millimètre cube, les spores forment les 0,004 de la masse et le pollen les 0,0012.

» 12. Les menus débris végétaux déjà humifiés lors de la formation du dépôt sont assez abondants dans le boghead australien. Selon leur degré d'altération, ils ont donné divers corps bruns. *Les plus altérés sont passés à l'état de fusains. Les moins altérés sont devenus capables de s'imbiber de bitume et se sont transformés en charbon brillant craquelé*. Un même tissu végétal peut montrer côte à côte ces deux transformations extrêmes. On peut avoir ainsi des lames de houille avec fusains milieu du charbon d'algues.

» 13. Les matières bitumineuses du Kerosene shale sont *peu condensées*. Elles ont donné un charbon brillant, vitreux, craquelé irrégulièrement. Ajoutées tardivement, elles ont pénétré le dépôt à la manière d'une injection très fine, qui a rempli le réseau des déchirures de la gelée fondamentale. De là, les substances bitumineuses ont gagné les corps qu'elles pouvaient imbiber et ceux qu'elles ont teints par action élective.

» 14. Le retrait des thalles du Kerosene shale est assez fort. A Hartley, les diamètres verticaux sont devenus de 0,33 à 0,27 de leur longueur primitive. Les diamètres horizontaux, moins réduits, sont devenus de 0,50 à 0,38. Les thalles représentent donc sous leur volume actuel de $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{24}$ de leur volume primitif. »

GÉOLOGIE. — *Sur les microgranulites du val Ferret*. Note de MM. **L. Duparc** et **F. Pearce**, présentée par M. Fouqué.

« Sur le versant sud-est du mont Blanc, du col du Grépillon au Catogne et au delà, les micaschistes qui, sur les versants nord-est et sud-ouest, flanquent directement la protogine, sont remplacés par une roche porphyrique, que Gerlach a déjà signalée. Il la considérait comme un facies particulier de la protogine, à laquelle, selon lui, elle passait graduellement. Plus tard, MM. Duparc et Mrazec, ainsi que M. Graeff, ont démontré que

ces roches porphyriques devaient être rapportées à des microgranulites et des porphyres quartzifères. Cet été nous avons procédé à une étude détaillée du versant sud-est du massif du mont Blanc, en vue de relever les contours de ces roches porphyriques, et d'en établir les rapports avec la protogine; nous résumerons brièvement les résultats de ces recherches. Ces microgranulites forment une bande continue, qui comprend une grande partie du Catogne, passe par l'extrémité de l'arête de la Breya, le col du Châtelet, la base des aiguilles de Planereuse, et se continue de là par Treutz-Bouc et les Six-Niers, à la Maya, pour finir brusquement à l'arête des Grépillons. Sur toute l'étendue de cette bande il est aisé de constater que le contact de ces roches avec la protogine est franc et qu'il n'y a jamais passage graduel de l'une des roches dans l'autre.

» Au contact immédiat on retrouve, d'une manière très continue, des roches schisteuses verdâtres, d'aspect corné, parfois micacées ou amphiboliques. Sur l'arête qui va du Châtelet à la pointe des Chevrettes, on trouve exceptionnellement une roche cornée, verdâtre, fortement siliceuse et laminée, qui renferme des galets de protogine et de granulite filonienne.

» Au contact, la protogine est d'un type finement grenu et franchement granitoïde caractéristique pour ce versant. Elle est criblée de filons d'une granulite à grain très fin, que l'on peut, à l'œil nu, confondre avec certains facies des microgranulites, mais qui s'en distingue facilement au microscope. Ce sont sans doute ces filons qui ont fait croire au passage graduel des microgranulites à la protogine.

» Bien que sur le terrain ces microgranulites présentent plusieurs types assez différents, sous le microscope, cependant, ces différences s'atténuent considérablement. La première consolidation renferme, en proportions très variables, du mica verdi chloritisé, de l'orthose, du microcline, de l'oligoclase et du quartz bipyramidé ; ce dernier élément est toujours prépondérant; les grands cristaux sont fortement corrodés. La pâte est dans la règle microgranulitique, elle renferme parfois du quartz globulaire, voire même des plages micropegmatoïdes et, par place, des nids de chlorite. Ces roches ont subi un dynamométamorphisme intense, qui a quelquefois complètement broyé les éléments de la première consolidation, et laminé fortement la roche.

» Les schistes du lias viennent s'appuyer contre ces microgranulites, ils sont par places complètement érodés; celles-ci arrivent alors au niveau de la vallée. Au contact direct du lias, on trouve un conglomérat sporadique de quelques mètres d'épaisseur, dont les galets, constitués en majeure partie par des microgranulites, sont reliés par un ciment calcaire.

» Au col du Grépillon, les microgranulites viennent finir brusquement et forment une partie de l'arête qui va du col au mont Dolent. Dans le val Ferret italien, la protogine granitoïde descend jusqu'au niveau de la Daire, et ce n'est qu'à partir de Praz Sec que le lias vient se plaquer directement sur elle, pour y former le jambage occidental du synclinal de Courmayeur.

» La continuation des microgranulites du val Ferret suisse doit être recherchée dans la montagne de la Saxe et dans le mont Chétif qui en est le prolongement direct. Un profil transversal de ces montagnes nous montre le lias du jambage oriental du synclinal de Courmayeur qui se renverse, avec étirement et disparition du trias, sous un noyau granitique, qui forme l'ossature de ces deux montagnes. Ce granit est en tous points identique à la protogine du val Ferret. En continuant vers l'est, à ce granit succède un complexe de microgranulites plus ou moins écrasées qui, microscopiquement, sont semblables à celles du val Ferret, mais sont encore plus fortement dynamométamorphosées. Leur contact avec le granit se fait encore par l'intermédiaire de roches cornées vertes analogues à celles du contact sur la bordure sud-est du massif du mont Blanc.

» Sur ces microgranulites enfin viennent s'appuyer les quartzites et les dolomies du trias, suivies d'un conglomérat polygénique à cailloux de roches éruptives et de dolomie, puis en dernier lieu nous avons les schistes du lias.

» Le mont Chétif et la montagne de la Saxe appartiennent donc sans conteste à la zone du mont Blanc ; ils dessinent un axe anticlinal qui fait suite au synclinal de Courmayeur ; la zone du Briançonnais passe à l'est de ces deux montagnes. »

GÉOLOGIE. — *Sur le mode de formation des Pyrénées.* Note de M. **P.-W. Stuart-Menteath.** (Extrait.)

« Dans deux Notes précédentes (*Comptes rendus* de janvier et juin 1894) j'ai signalé une contradiction entre mes observations depuis 1866 et les idées courantes concernant la tectonique et la liaison des roches ignées des Pyrénées. Déjà ramené, sur ces deux points, aux conclusions de Dufrénoy, j'ai pu récemment compléter sur les terrains de la Paléontologie et de la Stratigraphie pratique la même expérience avec un résultat analogue.

» Les ardoises de Lourdes, classées par Dufrénoy comme du Crétacé métamorphisé par le granite, ont été récemment classées comme du *Cambrien* ou *Précambrien azoïque*. Dans la grande carrière de ces ardoises, située à trois cents mètres au nord du pont de Lugagnon, j'ai trouvé vingt-trois échantillons déterminables d'ammonites de l'Aptien, appartenant aux es-

pèces *A. Deshayesi, A. consobrinus, A. Matheroni, A. milletianus*. A Rebouc, dans la vallée d'Aure, j'ai également trouvé une faune abondante de l'*argile à plicatules* de l'Aptien, dans les schistes attribués au Silurien par la seule raison qu'ils sont pénétrés et métamorphisés, un peu plus loin, par un pointement de granite. Depuis 1875, on a invariablement classé comme primaires toutes les couches où la pénétration du granite est incontestable.... J'ai prouvé, depuis 1881, que les affleurements les plus typiques du prétendu Cambrien des Basses-Pyrénées contiennent des fossiles crétacés. Ceux qui ont été choisis comme décisifs, dans les Hautes-Pyrénées, étant de même âge, le système stratigraphique qui a été opposé à celui de Dufrénoy reste sans fondement. Sur de nombreux points, j'ai vu le passage de l'ophite à la granulite, au porphyre et au granite, le passage de ce dernier au gneiss, et le passage des micaschistes aux ardoises et lumachelles à fossiles crétacés....

» La hauteur extrême des Pyrénées au-dessus de la plaine étant à peine de 3000^m, on peut estimer l'épaisseur visible du Crétacé inférieur, entre Alsasua et Iolosa, à plus de 2000^m, et celle du Crétacé supérieur, aux Eaux-Chaudes, à plus de 1000^m. Par suite, entre les roches à fossiles liasiques que j'ai signalées et vérifiées au pied des montagnes et leur sommet, il existe une épaisseur de roches crétacées plus que suffisante pour expliquer la différence extrême de niveau. Il est d'ailleurs facile de s'assurer, tant à Lourdes que sur toute la lisière de la chaîne, que les calcaires crétacés plongent vers la montagne et ne plongent pas sous la plaine du Midi. Les faits attestent un épaississement des couches et l'édification d'une masse de matières sédimentaires et ignées sur un fond d'océan pavé par les couches jurassiques encore visibles au pied de cette masse. La tectonique qui résulte de mes observations, et dont l'extrême complexité est attestée par les théories contradictoires fondées sur diverses études locales, me paraît susceptible d'une seule explication. Dans la mer crétacée, il a dû exister, sur l'emplacement des Pyrénées, une zone d'action volcanique, pareille aux zones qui aujourd'hui construisent sous nos yeux, entre le fond du Pacifique et sa surface, les archipels coralliens de l'océan du sud, et qui présentent un échantillon presque complet de leur œuvre dans la chaîne volcanique et corallienne des îles du Japon. Dans les Pyrénées, les bandes et masses irrégulières de calcaire corallien, les accumulations étranges de blocs fossilifères et ignés, le *flysch* aux allures volcaniques et le fond plastique, vaseux et variable, attestent l'origine en question. Ce fond est lardé de filons de granite, porphyre et ophite, qui se ramifient à l'infini dans la base argileuse et s'étendent en larges plaques contre la

base des calcaires superposés, irrégulièrement marmorisés et imprégnés de métaux rarement exploitables. La transformation de l'argile en gneiss, schistes micacés et ardoises (dont la fissilité, toujours près de la verticale et s'arrêtant brusquement contre le calcaire, produit l'illusion d'une discordance et favorise la production de plis) est très claire au voisinage des grandes injections de granite, etc., qui ont compensé les plis. La petite part de la hauteur des Pyrénées qui reste à expliquer est un résultat inévitable du procédé volcanique. Dufrénoy avait donc raison, en attribuant aux roches ignées le soulèvement des montagnes. Dans les étranges colonnes de l'Anayet et du Pic du Midi d'Ossau, on reconnaît les cheminées des volcans qui couronnaient les sommets de la chaîne pyrénéenne. Leurs racines de porphyre sortent du granite et traversent les roches crétacées à ammonites et bélemnites, en produisant des brèches rouges qu'on a confondues avec le Trias depuis Sarrencolin jusqu'à Baigorry. Leurs derniers représentants sont les cônes et coulées de basalte à olivine qui, à Olot et Castelfollit, m'ont rappelé par leur fraîcheur les meilleurs exemples de Naples et des Lipari....

» L'épisode de la pénétration des roches nummulitiques par les ophites qui ont précédé les basaltes d'Olot a été décrit par Dufrénoy entre Biarritz et Bidart, où les variations de la plage ont plus tard obscurci l'exemple qu'il avait choisi. D'accord avec tous les géologues qui ont vu cette plage dans son état antérieur, ou après de fortes tempêtes, j'ai confirmé les observations de Dufrénoy; mais encore, dans une Carte géologique publiée dans les *Comptes rendus* de juin 1894, j'ai montré que le contact de l'Éocène avec le Sénonien suit la plage, en laissant dans l'Éocène une grande partie de la côte d'Espagne qui a toujours été figurée comme Crétacé. Ce contact présente sur 200^{km}, entre Orio et Ossun, les mêmes gisements de gypse et affleurements d'ophite, sans faille et avec allures éruptives. La présence du Trias est insoutenable pour les nombreuses expositions visibles sur la ligne indiquée. En plein terrain crétacé, j'ai d'ailleurs signalé, à Croix-d'Ahetze, un gisement analogue de gypse et fer oligiste sur le dos d'un calcaire presque horizontal (¹). »

(¹) Tant que des fossiles liassiques ont été signalés au-dessus des roches que toutes mes observations et fossiles plaçaient dans le Crétacé, j'ai dû hésiter à conclure. J'ai même déclaré que la contradiction en question imposerait une comparaison avec le Trias alpin, qui est justifiée par des analogies remarquables. Dans quatre mois de courses récentes, j'ai pu m'assurer, tant sur le terrain que dans les collections, que les fossiles en question sont du Crétacé. Les faunes liasiques que j'ai fait connaître et vérifiées sont restreintes aux bords des bosses de roches primaires dans lesquelles j'ai

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Contribution à la théorie des mouvements des trombes.* Note de M. **Joseph Vinot.**

« Dans l'immeuble situé Cour de Rohan, n° 3 *bis*, à Paris, près du n° 130 du boulevard Saint-Germain, se trouve un reste de mur de l'enceinte de Philippe-Auguste, dont la partie supérieure, à environ $3^m,50$ au-dessus du sol voisin, est devenue un jardin rectangulaire de 23^m de longueur du sud au nord et de $9^m,75$ de largeur de l'est à l'ouest. Ce jardin est borné à l'ouest par un mur contigu de plus de 12^m de haut; au nord, par un mur contigu de 6^m; à l'est, par des constructions contiguës aussi de 10^m environ de hauteur. Au sud du jardin est une cour de 12^m de large, bordée de maisons d'au moins 10^m de hauteur.

» Ce jardin est donc au fond d'un véritable puits. Il avait quatre arbres assez élevés; deux d'entre eux se trouvaient à 8^m du bord sud du jardin et à 60^{cm} des bords est et ouest, un troisième est placé à l'angle sud-ouest et le quatrième dans la partie nord, à quelque distance du fond du jardin. A l'angle sud-est se trouve une touffe de lilas, vieux de plus de 30 ans.

» La trombe du 10 septembre dernier est descendue au fond de ce puits et a travaillé sur les deux arbres situés à l'ouest et à l'est, laissant indemnes ceux du sud-ouest et du nord et le lilas du sud-est. L'arbre de l'est avait une racine de plus de 1^m de longueur, une largeur de 37^{cm} à la base, se divisait en deux branches de 16 et de 25^{cm} de diamètre presque à partir de terre et avait environ 10^m de hauteur.

» En 15 secondes au maximum, la trombe est arrivée, a saisi cet arbre, l'a tordu et jeté sur le sol, les racines à découvert. Elle a tordu de même l'arbre de l'ouest, l'a presque complètement déchaussé, mais non déraciné; elle l'a laissé penché d'une manière inquiétante. Cet arbre a un diamètre moins fort que celui qui a été déraciné.

» Les deux arbres du sud-ouest et du nord, qui n'ont rien éprouvé, sont plus gros que celui qui a été jeté à terre. Celui-ci était un vernis du Japon, comme l'arbre du nord.

» J'ai fait conserver assez de débris de l'arbre abattu pour que l'on puisse contrôler ces effets pendant quelque temps encore. Il me semble que venir ainsi, au fond d'un véritable puits, travailler sur deux des quatre arbres qui s'y trouvent, ne peut pas être le fait d'une machine ascendante. »

La séance est levée à 4 heures. M. B.

---

exploré et exploité des filons métallifères depuis 1881. La présence de véritables conglomérats de fossiles *dérivés*, depuis les *graptolites* jusqu'aux *rudistes,* dans le Crétacé des Pyrénées, est un phénomène qui m'a paru spécialement digne d'intérêt....

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 OCTOBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Cornu, Président, en rappelant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Félix Tisserand*, membre de la Section d'Astronomie, décédé le 20 octobre, s'exprime comme il suit :

« Mes chers Confrères,

» Les funérailles de notre éminent Confrère, Félix Tisserand, ont eu lieu vendredi, au milieu d'une émotion, on peut dire d'une consternation générale. Chacun semblait révolté contre la réalité cruelle et se refuser à croire que le doux et bien-aimé savant, il y a huit jours encore parmi nous plein de vie et de santé, fût celui à qui l'on venait de toutes parts rendre les derniers devoirs.

» Qui eût pu prévoir, en effet, qu'une si précieuse existence allait tout à coup se briser?

» Lorsque, en 1878, l'Académie appelait dans son sein, à trente-trois ans,

le Directeur de l'observatoire de Toulouse, déjà célèbre par ses travaux de Mécanique céleste et par deux expéditions astronomiques dans des mers lointaines, elle avait le droit d'espérer que le jeune disciple de Delaunay lui appartiendrait pendant de longues années : tout faisait présager qu'il atteindrait et dépasserait ce demi-siècle de confraternité laborieuse que l'Académie aime tant à fêter; elle aurait eu alors la joie de décerner à Tisserand un double hommage, celui qui est dû aux intelligences d'élite et celui, plus rare, qu'on réserve aux cœurs pleins de délicatesse, de dévouement et de fidélité. Hélas ! ce rêve s'est évanoui : Tisserand est arraché prématurément à l'affection de sa famille, de ses Confrères, de ses collaborateurs, de ses élèves; et cela à l'heure où, parvenu à l'apogée de son talent, devenu l'une des plus hautes autorités en Mécanique céleste, il venait de résumer dans son admirable *Traité* le fruit de ses labeurs et promettait tant de nouvelles découvertes. Quelle perte inattendue pour la Science, quel deuil pour l'Astronomie française !

» Je n'ai pas à retracer ici la vie et les travaux de notre illustre Confrère : cette tâche a déjà été remplie, devant sa tombe, par des voies éloquentes et autorisées : au nom du Gouvernement et de ses camarades de l'École Normale, le Ministre de l'Instruction publique, M. Rambaud, est venu en personne honorer le savant dont la gloire rejaillit sur la France, saluer le condisciple dont l'amitié lui était chère; au nom de l'Académie, de la Faculté des Sciences, de l'Observatoire et du Bureau des Longitudes, nos Confrères, MM. Janssen, Wolf, Lœwy et Poincaré, ont apporté le tribut de leur admiration et de leurs regrets.

» Les astronomes étrangers ont eu pour interprète notre savant Correspondant M. Bakhuyzen, directeur de l'observatoire de Leyde; l'Université de Padoue, M. le professeur Gariel; enfin la ville natale de Tisserand, Nuits-Saint-Georges, était représentée par M. Lécrivain.

» En rappelant tous ces pieux témoignages, l'Académie adresse l'expression de sa respectueuse sympathie à la digne compagne et aux filles chéries de notre Confrère, naguère si heureuses, aujourd'hui si désolées : le coup est trop récent et trop imprévu pour qu'on puisse aujourd'hui les consoler.

» Toutefois, si quelque chose peut adoucir leur douleur, c'est la certitude que la mémoire de leur cher disparu restera vivante dans les esprits comme dans les cœurs; son souvenir reviendra souvent dans nos travaux, car il demeure attaché aux plus hautes conceptions de l'esprit humain, et tant qu'il y aura dans le monde des intelligences éprises des merveilles du Ciel, curieuses d'en approfondir les lois, le nom de Félix Tisserand sera

associé à ceux des illustres géomètres Clairaut, d'Alembert, Lagrange, Laplace, Delaunay, Le Verrier, qui ont su ramener les perturbations les plus délicates du mouvement des corps célestes à l'admirable synthèse due au génie de Newton. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'arabinose;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« Nos recherches sur les glucoses réclamaient, comme complément nécessaire, des études comparatives sur l'arabinose. En effet, tandis que les premiers corps sont des hexoses, $C^6H^{12}O^6$, dérivés de six molécules CH^2O, réunies par des voies diverses, comme l'a montré M. Fisher, l'arabinose constitue un type de pentose, $C^5H^{10}O^5$, dérivé de cinq molécules semblables. Les pentoses d'ailleurs sont caractérisés par leur transformation régulière, sous l'influence des acides étendus, en furfurol, qui en représente un anhydride

$$C^5H^{10}O^5 = C^5H^4O^2 + 3H^2O,$$

ce composé étant formé, d'après les mesures de MM. Berthelot et Rivals (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VII, p. 37), avec une absorption de chaleur presque nulle. En effet, l'arabinose et le furfurol sont également représentés dans leur composition par du carbone uni aux éléments de l'eau, constituant des composés endothermiques, avec une absorption de chaleur presque identique; car elle est égale à -86^{Cal} pour l'arabinose, à -88^{Cal} pour le furfurol.

» Nous avons étudié spécialement l'action de l'eau pure et celle des acides diversement concentrés sur l'arabinose et sur le furfurol, soit en tubes scellés, soit par distillation. Nous avons recherché et dosé la matière humique, le furfurol, l'acide formique et l'acide carbonique, ces derniers corps se formant en proportion notable avec l'arabinose, aussi bien qu'avec les glucoses, surtout dans les conditions de distillation lente.

I. — Arabinose et eau.

» 1. Une solution étendue d'arabinose, distillée avec précaution à 100°, en évitant toute surchauffe locale des parois des vases, n'a fourni aucune trace de furfurol, dans une expérience qui a duré trois heures; la liqueur restant étendue à la fin de l'expérience. Les moindres traces de furfurol

sont faciles à reconnaître par les réactions colorées de la phénylhydrazine.

» 2. Au contraire, l'arabinose, chauffée avec de l'eau, à 200°, en tubes scellés, pendant cinq heures, a fourni dans deux essais : 29,2 et 30,5 centièmes de furfurol : c'est à peu près la moitié de la quantité théorique. On voit que la déshydratation a lieu, même en présence de l'eau en excès, et sans le concours des acides.

II. — Arabinose et acides. — Tubes scellés.

» 1. 1^{gr} d'arabinose et 10^{cc} d'acide chlorhydrique, en solution aqueuse saturée, ont été placés dans un tube; le tube est rempli de gaz chlorhydrique, scellé à la lampe, puis chauffé à 100°, pendant vingt-quatre heures. On a obtenu :

$CO^2 = 0^{gr},0112$	soit 1,12 centièmes.
$CO = 0^{gr},0160$	1,6
$CH^2O^2 = 0,010$	1,0
Matière humique 0,5537	55,37
Furfurol nul.	

» La matière noire renferme les 92 centièmes du carbone de l'arabinose. L'arabinose se comporte donc, en présence de l'acide chlorhydrique saturé, comme les glucoses étudiés dans notre précédente Note (ce Volume, p. 573 et 578). Le composé humique ainsi obtenu offrait sensiblement la même composition centésimale que l'acide humique dérivé des sucres, avec une légère différence sur l'hydrogène.

» Cette composition est aussi sensiblement la même que celle du produit polymérisé, qui résulte de la condensation spontanée du furfurol (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VII, p. 38) et de celle du glucose sous l'influence des acides; sauf un excès d'hydrogène de 0,4 centièmes environ dans ce dernier (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXV, p. 367).

» La chaleur de combustion de ces deux produits, rapportée au même poids de carbone, tel que 1^{gr}, ne diffère pas notablement; car elle s'élève à $9^{Cal},357$ pour l'acide humique dérivé des sucres, et à $9^{Cal},200$ pour le composé dérivé du furfurol. En tenant compte de l'hydrogène excédent du premier, comme s'il était libre, on est ramené à $9^{Cal},17$: ce qui montre que la réserve d'énergie, par rapport au système carbone et eau, est sensiblement la même dans les deux cas. En d'autres termes, la polymérisation qui engendre les matières humiques, dans un cas comme dans l'autre, ne répond qu'à un faible dégagement de chaleur, la matière humique rete-

nant la majeure partie de l'énergie de ses générateurs : l'un de nous a signalé une relation du même ordre pour le carbone dérivé des matières organiques, comparé avec le carbone diamant.

» Ce sont là des circonstances capitales dans l'étude des transformations des hydrates de carbone.

» 2. 1^{gr} d'arabinose et 25^{cc} d'une solution chlorhydrique, à 12,3 centièmes, ont été placés dans un tube; on y a fait le vide, on l'a scellé et chauffé à 100°, pendant vingt-quatre heures. On a obtenu :

$CO^2 = 0^{gr},012$	ou 1,2 centièmes
CO, traces presque insensibles.	
$CH^2O^2 = 0,034$	ou 3,4 »
Furfurol = 0,003	ou 0,3 »
Matière humique = 0,456	ou 45,6 »
Acides organiques fixes et matières extractives = 0,129	ou 12,9 »

» La dose de matière noire est 5 fois aussi forte que celle de l'acide humique obtenu au moyen du glucose (8,3 centièmes; ce Volume, p. 573), dans les mêmes conditions. L'acide volatil (3,4 centièmes) existe dans les deux cas, mais en proportion un peu plus forte (4,9) avec le glucose.

» 3. Arabinose, $3^{gr},290$; PO^4H^3, 18,82; eau, $19^{gr},5$. Tubes scellés. On y fait le vide; 100°. Voici les résultats des analyses exécutées : (1) après cent soixante-huit heures de chauffe; (2) après six cent une heures consécutives; le tout réduit à 100 parties.

	(1).	(2).
CO^2	1,7	2,0
CO	0,7	0,45
CH^2O^2	4,0	4,1 [1]
Acide fixé séparable par l'éther de sa dissolution aqueuse	»	2,0
Matière noire	55,7	54,5

» D'après ces nombres, la réaction était terminée au bout de cent soixante-huit heures. La matière noire renferme les 92 centièmes du car-

---

(1) Composition du sel Ba :

	Trouvée.	Formiate.
C =	10,9	10,6
H =	1,06	0,9
Ba =	59,6	60,3

bone de l'arabinose; les autres principes dosés, 3 centièmes environ. La perte ne surpasse donc pas 5 centièmes; une partie de cette perte est représentée par un produit volatil neutre, distinct du furfurol et susceptible de réduire le nitrate d'argent ammoniacal.

» 4. La gomme arabique (mélange de principes divers, dont quelques-uns correspondent à l'arabinose), ayant été chauffée à 100°, le même temps, avec une dose semblable d'acide chlorhydrique, également concentré, a fourni beaucoup plus d'acide carbonique, avec une proportion pareille d'acide formique; soit pour 100 parties :

CO^2	5,3
CO	0,024
CH^2O^2	3,3
Furfurol	1,12
Matière noire	27,1
Acides fixes et matières extractives	31,0

» 5. La même gomme, chauffée avec HCl saturé, en tube scellé, 100°, vingt-quatre heures :

CO^2	2,7
CO	1,1
Matière noire	54,7

» Cette réaction répond à celles de l'arabinose et du glucose, dans les mêmes conditions.

» 6. Nous avons cru utile de soumettre aux mêmes réactions le furfurol, afin de vérifier pourquoi sa formation, si abondante quand on procède par distillation, est, au contraire, tellement réduite en vases scellés : en fait, cela tient à sa polymérisation, sous l'influence des acides.

» Tube scellé, furfurol avec HCl saturé, vingt-quatre heures, 100° :

CO^2	0,66
CO	1,3
Furfurol	0
CH^2O^2 et ac. volatils	1 à 2 centièmes
Matière noire	85,3

» Deux choses sont à noter ici : la destruction complète du furfurol, et la production d'une dose notable d'acide carbonique et d'oxyde de carbone.

» 7. Le furfurol chauffé de même à 100°, en tube scellé, avec HCl à 12,3 centièmes (vingt-cinq heures), a fourni :

CO^2	0,15
CO	0,02
Acide volatil	Petite quantité
Furfurol	0,10
Matière noire	82,7

» On voit avec quelle facilité se forme la matière noire aux dépens du furfurol, même avec un acide étendu.

» 8. Le furfurol pur, chauffé avec 12 fois son poids de PO^4H^3 pur, à 100°, vingt-quatre heures. Tube scellé, après y avoir fait le vide :

CO^2	1,0
CO	1,3
CH^2O^2 et ac. volatil	0,5 environ

» 9. Le furfurol, chauffé avec de l'eau à 200°, pendant cinq heures, en tube scellé, s'est détruit pour moitié environ, avec formation de matière noire.

III. — Arabinose et acides. — Distillation.

» 1. L'expérience a été exécutée, comme celles des glucoses, en distillant l'arabinose (5^{gr}) avec de l'acide phosphorique étendu (55^{gr},88 PO^4H^3 et 200^{gr} d'eau) au bain d'huile, dans un courant d'hydrogène, l'eau étant renouvelée à mesure. Elle a duré cinq cent quatre-vingt-dix heures :

	CO^2.	Furfurol.
	gr	gr
Après 34^h	0,0201	0,4366
Puis 32	0,0158	0,3252
» 45	0,0218	0,3168
» 52	0,0322	0,1752
» 52	0,0282	0,2016
» 51	0,0323	0,1260
» 53	0,0324	0,1236
» 51	0,0245	0,0598
» 50	0,0214	0,0428
» 90	0,056	0,112
» 80	0,0218	0,0436
590	0,2999	1,9632

» D'après ces nombres, le dégagement de l'acide carbonique se pro-

longe indéfiniment, sans qu'on puisse le ramener à une loi bien régulière; circonstance attribuable aux intermittences de refroidissement.

» Cependant, en somme, il s'en dégage $0^{gr},0007$ par heure, au début, et $0^{gr},0003$, vers la fin. En tout, on a obtenu $0^{gr},300$ d'acide carbonique; soit 6 centièmes, poids comparable à celui que nous avons observé avec les glucoses, dans des conditions analogues (ce Volume, p. 577). La matière humique produite simultanément a été perdue par accident.

» La formation du furfurol aux dépens de l'arabinose est notable, conformément à ce que l'on sait déjà; mais elle est également progressive et se ralentit, avec le temps, jusqu'à devenir presque insensible : soit $0^{gr},0128$ par heure, au début, et 0,00054, c'est-à-dire une action 25 fois plus lente, à la fin. Ces nombres correspondent d'ailleurs au décroissement du poids de l'arabinose, lequel avait à peu près disparu à la fin. Aussi le résidu du ballon, distillé rapidement, n'a-t-il plus fourni de furfurol.

» Dans les conditions de distillation lente où nous nous sommes placés, le furfurol représentait en poids 40 centièmes de l'arabinose, soit 67,5 centièmes d'arabinose transformé, en tenant compte de l'eau éliminée. Une distillation brusque en produit un peu davantage et l'on en a même signalé jusqu'à 50 centièmes; nous n'avons pas réussi jusqu'ici à dépasser 44 centièmes. En tout cas, on n'obtient pas une transformation complète, à cause de la formation des produits simultanés, acide carbonique, acides volatils, matière humique, etc.

» 2. L'essai suivant a été exécuté avec une liqueur plus concentrée au début (arabinose $5^{gr},309$, PO^4H^3 $71^{gr},7$, + eau, q. s.; le tout $= 110^{cc}$). On s'est attaché à examiner la matière noire et les acides volatils : un thermomètre, plongé dans la dissolution, pendant qu'elle était chauffée au bain d'huile, n'a pas dépassé 105°. L'expérience a duré cent dix heures. On a remplacé à mesure, volume à volume, l'eau distillée, ce qui a permis de recueillir 1700^{cc}.

» L'acide carbonique s'élevait au commencement, par heure, à $0^{gr},0030$, à la fin à $0^{gr},00012$. On en a recueilli en tout 2,1 centièmes du poids de l'arabinose au bout de cent dix heures; au lieu de 1,2 dans l'expérience précédente, exécutée dans des conditions de dilution plus forte, laquelle a cependant fini par donner 6,0 centièmes au bout de cinq cent quatre-vingt-dix heures.

» La matière humique formait les 18,8 centièmes du poids de l'arabinose,

Le furfurol, recueilli pendant vingt-quatre heures, au début......	25,2	26,1
» pendant trente-sept heures consécutives...........	0,9	

» A la fin, il ne restait plus d'arabinose.

» Les acides volatils qui accompagnaient le furfurol ont été changés en sel de baryte. D'après l'analyse élémentaire de ces derniers ([1]), ils représentaient un mélange beaucoup plus riche en carbone que l'acide formique et surpassant même l'acide acétique; résultat assez différent de celui qui a été obtenu à 100°, en tube scellé, sans distillation.

» Il est facile de déduire de cette analyse le poids de ces acides ([2]) : il représentait environ 5 centièmes du poids de l'arabinose. Il restait d'ailleurs une proportion sensible d'acides organiques fixes, dans le ballon.

» En résumé, l'arabinose, soumis à l'influence des acides étendus, donne lieu à trois ordres de réactions simultanées, savoir :

» 1° La formation du furfurol, par distillation, déjà étudiée par de nombreux observateurs; laquelle différencie, au moins par sa proportion considérable, les pentoses des glucoses proprement dits;

» 2° La formation de l'acide humique, surtout en vases clos, presque totale avec les uns comme avec les autres en présence des acides concentrés; mais qui le devient avec l'arabinose, bien plus facilement qu'avec les glucoses, même avec des acides plus étendus;

» 3° La formation lente de l'acide carbonique, surtout marquée par distillation lente, et qui devient alors assez abondante pour constituer une nouvelle propriété, commune aux glucoses proprement dits et aux pentoses. »

CHIMIE. — *Explication relative à ma Note intitulée :* « *Cryoscopie de précision, etc.,* » par M. **F.-M. Raoult**.

« Dans cette Note, insérée dans les *Comptes rendus* du 28 septembre 1896, se trouve la phrase ci-après : « La troisième colonne du Tableau renferme » les abaissements réels C_0 du point de congélation, correspondant au cas » où la température convergente se confond avec le point de congélation, » et où le *rayonnement* est nul. » Dans cette phrase, le mot *rayonnement*, qui a été imprimé par erreur, doit être remplacé par le mot *refroidissement*.

([1])

		Acétate.
C =	19,55	17,5
H =	2,35	2,2
Ba =	44,1	49,8

([2]) En remplaçant Ba par H, par le calcul.

La remarque en a certainement été faite par tous les lecteurs attentifs. Je n'en parle ici qu'incidemment, et parce que je désire donner quelques explications au sujet de la proposition fondamentale que contient ce passage, et qui n'est pas aussi connue que je l'avais cru d'abord.

» Ainsi que MM. Nernst et Abegg l'ont trouvé en 1894 (*Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*), et comme je l'ai démontré moi-même (*Comptes rendus* du 8 juin 1896), la différence entre la température apparente et la température réelle de congélation est égale au rapport $\frac{v_1}{K}$ qui existe entre la vitesse v_1 du refroidissement par rayonnement, et la vitesse K du réchauffement, produit par la congélation quand la surfusion est de 1°. La même différence existe évidemment entre l'abaissement réel et l'abaissement apparent, calculés au moyen de ces températures. Ce rapport $\frac{v_1}{K}$ devient égal à zéro et, par suite, toute différence entre l'abaissement apparent et l'abaissement réel de congélation disparaît, quand v_1 devient nul. Or, c'est précisément ce qui a lieu à la température convergente. Pour obtenir les abaissements réels de congélation, il suffit donc, ainsi que je l'ai dit, d'opérer dans des conditions telles que la température convergente se confonde avec le point de congélation.

» Il en résulte que, contrairement à ce qu'un auteur a avancé, la condition du rayonnement nul n'est pas nécessaire ; et cela est fort heureux, car cette condition est absolument irréalisable avec une agitation suffisante, qui dégage nécessairement de la chaleur. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 38,

M. Cornu	obtient.	36	suffrages.
M. Sarrau	»	36	»
M. Maurice Lévy	»	1	»
M. Poincaré	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, MM. CORNU et SARRAU seront désignés par l'Académie

à M. le Ministre de la Guerre, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres, pour faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure intitulée « Gerardt et Chancel; discours prononcé à l'occasion de l'inauguration des bustes de ces savants à l'Institut de Chimie de Montpellier; par M. *R. de Forcrand* ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (1889 V), *faites à l'observatoire de Rio de Janeiro*. Note de M. **L. Cruls**, présentée par M. Lœwy.

Dates 1896.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite ☄ — ★.	Logarithme du fact. parallaxe.	Déclinaison ☄ — ★.	Logarithme du fact. parallaxe.
		m s		′ ″	
Juillet 30.......	*a*	−4. 2,96	9,7290 (*n*)	+11.24,0	0,3461 (*n*)
Août 1.......	*a*	−4.33,06	9,7430 (*n*)	+ 8. 7,7	0,4086 (*n*)
» 4.......	*a*	−5.31,40	9,7162 (*n*)	+ 2.55,5	0,3311 (*n*)
» 12.......	*b*	+2.10,44	9,6913 (*n*)	− 4.33,5	0,2715 (*n*)

Dates 1896.	Étoiles de comparaison.	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Juillet 30.	*a* anonyme	22.42.19,18	+3,87	−18.41.51,19	+20,95
Août 1.	*a* id.	id.	+3,91	id.	+21,07
» 4.	*a* id.	id.	+3,97	id.	+21,26
» 12.	*b*, 6058 Radcliffe	22.31. 0,01	+4,16	−18.48.34, 6	+20,64

Dates 1896.	Temps moyen de Rio.	Ascension droite de la comète.	Nombre de compar.	Déclinaison de la comète.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juillet 30.......	9.25.13,7	22.38.20,09	5	−18.30. 6,44	5
Août 1.......	8.54.25,0	22.37.50,03	4	−18.33.22,42	4
» 4.......	9.20.29,9	22.36.51,75	6	−18.38.34,43	6
» 12.......	9.10.32,8	22.33.14,60	6	−18.52.47,47	6

» Ces observations ont été faites par MM. L. Cruls et H. Morize, astronome, avec l'équatorial de 9 pouces.

» Voici les notes prises sur l'aspect physique de la comète :

» 28 juillet. Noté une nébulosité extrêmement faible, que l'état du ciel empêche d'observer.

» 30 juillet. Très faible nébulosité d'environ 1′ de diamètre, avec noyau de 12ᵉ.

» 4 juillet. Éclat semble avoir diminué.

» 12 août. Éclat légèrement augmenté, noyau de 11ᵉ, avec intensités lumineuses intermittentes.

Détermination de l'étoile a anonyme, le 12 août 1896.

Étoile de comparaison.	Ascension droite.	Déclinaison.
c.	$a - c$.	$a - c$.
	$+17^s,53$	$+4'2'',1$

Étoile de comparaison.	Asc. droite moyenne 1896.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896.	Réduction au jour.
c = 6098 Radcliffe.....	$22^h42^m1^s,59$	$+3^s,87$	$-18°37'49'',25$	$+20'',69$

	Ascension droite apparente de l'étoile $a = 7^m,5$.	Nombre de compar.	Déclinaison apparente de l'étoile a.	Nombre de compar.
	$22^h42^m23^s,23$	6	$-18°41'29'',39$	6
Réduction au commencement de l'année.		$-4,05$		$-21,80$
Position moyenne 1896...		$22^h42^m19^s,18$		$-18°41'51'',19$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une suite d'équations linéaires aux dérivées partielles provenant de la théorie des surfaces.* Note de M. **P. Craig**, présentée par M. Hermite.

« Désignant par u, v les paramètres des lignes de courbure et par ρ_1, ρ_2 les rayons de courbures principaux correspondant aux lignes v = const. et u = const. respectivement, nous avons

$$(1)\qquad \frac{1}{\rho_1^2}\frac{\partial\rho_1}{\partial v} + \frac{\sqrt{G}}{R_2}\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) = 0,$$

$$(2)\qquad \frac{1}{\rho_2^2}\frac{\partial\rho_2}{\partial u} - \frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_2}\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) = 0,$$

$$(3)\qquad \frac{\sqrt{\varepsilon G}}{\rho_1\rho_2} = \frac{\partial}{\partial u}\frac{\sqrt{G}}{R_1} + \frac{\partial}{\partial v}\frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_2},$$

» Les équations (1) et (2) peuvent aussi être écrites dans la forme

$$(4)\qquad \frac{\partial}{\partial v}\frac{\sqrt{\varepsilon}}{\rho_1} = \frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_2}\frac{\sqrt{G}}{\rho_2},$$

$$(5)\qquad \frac{\partial}{\partial u}\frac{\sqrt{G}}{\rho_2} = -\frac{\sqrt{G}}{R_1}\frac{\sqrt{\varepsilon}}{\rho_1}.$$

En différentiant (1) par rapport à u et (2) par rapport à v et éliminant $\frac{1}{\rho_2}$ et $\frac{1}{\rho_1}$ respectivement, nous trouvons

$$\frac{\partial^2}{\partial u\,\partial v}\frac{1}{\rho_1} - \frac{\sqrt{G}}{R_2}\frac{\partial}{\partial u}\frac{1}{\rho_1} - \left(\frac{\partial}{\partial u}\log\frac{\sqrt{G}}{R_2} + \frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_1}\right)\frac{\partial}{\partial v}\frac{1}{\rho_1} = 0,$$

$$\frac{\partial^2}{\partial u\,\partial v}\frac{1}{\rho_2} - \left(\frac{\partial}{\partial v}\log\frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_1} + \frac{\sqrt{G}}{R_2}\right)\frac{\partial}{\partial u}\frac{1}{\rho_2} - \frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_1}\frac{\partial}{\partial v}\frac{1}{\rho_2} = 0,$$

c'est-à-dire $\frac{1}{\rho_1}$ et $\frac{1}{\rho_2}$ sont solutions particulières des équations

$$(6)\qquad (\varepsilon_{01}) = \frac{\partial^2\varphi_{01}}{\partial u\,\partial v} - \frac{\sqrt{G}}{R_2}\frac{\partial\varphi_{01}}{\partial u} - \left(\frac{\partial}{\partial u}\log\frac{\sqrt{G}}{R_2} + \frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_1}\right)\frac{\partial\varphi_{01}}{\partial v} = 0,$$

$$(7)\qquad (\varepsilon_{02}) = \frac{\partial^2\varphi_{02}}{\partial u\,\partial v} - \left(\frac{\partial}{\partial v}\log\frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_1} + \frac{\sqrt{G}}{R_2}\right)\frac{\partial\varphi_{02}}{\partial u} - \frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_2}\frac{\partial\varphi_{02}}{\partial v} = 0,$$

respectivement. De (4) et (5) nous trouvons aussi les équations suivantes

$$(8)\qquad \frac{\partial^2\varphi_{01}}{\partial u\,\partial v} - \frac{\partial}{\partial u}\log\frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_2}\frac{\partial\varphi_{01}}{\partial v} - \frac{\sqrt{\varepsilon G}}{R_1 R_2}\varphi_{01} = 0,$$

$$(9)\qquad \frac{\partial^2\varphi_{02}}{\partial u\,\partial v} - \frac{\partial}{\partial v}\log\frac{\sqrt{G}}{R_1}\frac{\partial\varphi_{02}}{\partial u} - \frac{\sqrt{\varepsilon G}}{R_1 R_2}\varphi_{02} = 0.$$

Ces équations sont *équivalentes* à (6) et (7); elles ont, en effet, pour solutions particulières $\varphi_{01} = \frac{\sqrt{\varepsilon}}{\rho_1}$, $\varphi_{02} = \frac{\sqrt{G}}{\rho_2}$ et, par conséquent, elles ont les mêmes invariants que (6) et (7).

» Les invariants de (6) sont

$$h_{01} = \frac{\sqrt{\varepsilon G}}{R_1 R_2}, \qquad k_{01} = -\frac{\partial^2}{\partial u\,\partial v}\log\frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_2} + \frac{\sqrt{\varepsilon G}}{R_1 R_2};$$

ceux de (7) sont

$$h_{02} = -\frac{\partial^2}{\partial u\,\partial v}\log\frac{\sqrt{G}}{R_1} + \frac{\sqrt{\varepsilon G}}{R_1 R_2}, \qquad k_{02} = \frac{\sqrt{\varepsilon G}}{R_1 R_2}.$$

Formons maintenant la suite de Laplace pour (6) et (7)

(ε_{-i1}) ..., (ε_{-11}), (ε_{01}), (ε_{11}), ..., (ε_{i1}), ...,
(ε_{-i2}) ..., (ε_{-22}), (ε_{02}), (ε_{12}), ..., (ε_{i2}), ...,

Je dis que *les équations* (ε_{i1}) *et* $(\varepsilon_{i-1,2})$ *des deux suites sont équivalentes, c'est-à-dire elles ont les mêmes invariants.* En effet, en remplaçant en $(\varepsilon_{i-1,2})$ la fonction $\varphi_{i-1,2}$ par $\frac{\sqrt{G}}{R_2}\varphi_{i1}$, nous trouverons (ε_{i1}); et si l'on remplace φ_{-i2} en (ε_{-i2}) par $\frac{\sqrt{\varepsilon}}{R_1}\varphi_{-i+1,1}$, nous aurons $(\varepsilon_{-(i-1),1})$.

» L'intégration de ces deux suites est donc ramenée à l'intégration de l'une d'elles.

» Nous avons les relations suivantes pour les invariants, en écrivant h_{i-1} au lieu de k_i,

$$h_{i-1,2} = h_{i1} = \frac{\sqrt{\varepsilon G}}{R_1 R_2} - \frac{\partial^2}{\partial u\,\partial v}\log\frac{G^{\frac{i}{2}}}{R_1^i} h_{11}^{i-1} h_{21}^{i-2}\ldots h_{i-1,1}$$

$$= \frac{\sqrt{\varepsilon G}}{R_1 R_2} - \frac{\partial^2}{\partial u\,\partial v}\log\frac{G^{\frac{i}{2}}}{R_1^i} h_{02}^{i-1} h_{02}^{i-2}\ldots h_{i-2,2},$$

$$h_{-(i+1),2} = h_{-i1} = \frac{\sqrt{\varepsilon G}}{R_1 R_2} - \frac{\partial^2}{\partial u\,\partial v}\log\frac{\varepsilon^{\frac{i}{2}}}{R_2^i} h_{-11}^{i-1} h_{-21}^{i-2}\ldots h_{-(i-1),1}$$

$$= \frac{\sqrt{\varepsilon G}}{R_1 R_2} - \frac{\partial^2}{\partial u\,\partial v}\log\frac{\varepsilon^{\frac{i}{2}}}{R_2^i} h_{-22}^{i-1} h_{-32}^{i-2}\ldots h_{-i2}.$$

» L'étude des équations (ε_{01}) ou (ε_{02}) est ramenée maintenant à la considération des invariants h_i. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les singularités des équations de la Dynamique.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Poincaré.

« Soit S un système matériel à liaisons indépendantes du temps, à n degrés de liberté, soumis à des forces qui ne dépendent ni des vitesses, ni du temps. Le problème général de la Dynamique consiste à calculer la position de S à un instant t *quelconque*, connaissant la position et les vitesses de S à l'instant $t = 0$. *La chose est-elle théoriquement possible?* Quand S passe par certaines positions singulières, il arrive, comme l'on sait, que l'étude du mouvement ne puisse être poursuivie. Mais une singularité beaucoup plus inattendue consiste en ce fait que, t tendant vers t_1, S ne

tend pas nécessairement vers une position limite, ainsi que je vais le montrer sur quelques exemples.

» Je suppose que les paramètres $x_1, \ldots, x_n$, choisis pour définir la position de S, ont une valeur unique, réelle et finie pour toute position de S à distance finie; que la force vive $2T(\ldots, x'_i, \ldots, x_i, \ldots)$ ne s'annule, pour aucune position de S, sans que tous les x' soient nuls; qu'à un système de valeurs $x_1, \ldots, x_n$ ne correspondent qu'un nombre fini de positions de S. Quand S occupe toutes ses positions, il est possible que $x_1, \ldots, x_n$ n'épuisent pas toutes les valeurs réelles possibles, mais seulement un certain *ensemble* D, que je considère exclusivement dans ce qui suit.

» Je suppose de plus que les coefficients $A_i(x_1, \ldots, x_n)$ de T admettent des dérivées partielles premières et secondes, et que les coefficients du travail virtuel $\Sigma X_i(x_1, \ldots, x_n)\delta x_i$ des forces données admettent des dérivées premières. Il n'y a d'exception que pour des positions particulières de S que j'appelle *positions singulières*. Encore suffit-il de réserver ce nom à celles de ces positions qui restent singulières, de quelque façon qu'on choisisse les x_i (astreints aux restrictions indiquées).

» Soient maintenant x_i^0, $x_i'^0$ les valeurs des x_i, x'_i pour $t = 0$, les x_i^0 ne définissant pas une position singulière. Les équations de Lagrange permettent de calculer le mouvement tant que t ne dépasse pas une certaine limite t_1. Quand t tend vers t_1, plusieurs circonstances peuvent se présenter.

» 1° S *tend vers une position non singulière*. J'ai montré (*Bull. de la Soc. Math.*, 1894) que les x'_i tendent vers des limites finies; il n'y a aucune difficulté à suivre S pour $t > t_1$.

» 2° S *tend vers une position singulière*. Certains des x' peuvent tendre vers l'infini ou ne tendre vers aucune limite. Les équations ne permettent pas, en général, de calculer le mouvement pour $t > t_1$.

» 3° S *ne tend vers aucune position limite à distance finie*. Cette hypothèse se décompose en *trois cas* : dans le premier, *tous les points* de S s'éloignent indéfiniment; il n'y a pas lieu de poursuivre l'étude du mouvement. *Dans le second cas*, une partie S' de S s'éloigne à l'infini, l'autre partie S'' tendant vers une position limite S''_1; on peut suivre S'' pour $t > t_1$, si S''_1 n'est pas une position singulière de S'' et si les forces exercées par S' sur S'' tendent vers zéro quand S' tend vers l'infini. *Dans le troisième cas, certains points* S' *de* S *ne tendent vers aucune position limite, ni vers l'infini :* il est impossible de calculer la position de S pour $t > t_1$. Avant de donner quelques exemples de ce troisième cas, j'observe que la discussion précédente subsiste si les X_i sont des polynomes du second degré par rapport aux vitesses.

» *Exemples.* — I. Soit M un point libre de masse 1, mobile dans le plan xOy, et soumis à la force $X = (x+y)v^2$, $Y = (x-y)v^2$, $(v^2 = x'^2 + y'^2)$; ce système comporte les mouvements

$$(1) \qquad x = \sin[\log(t_1 - t)], \qquad y = \cos[\log(t_1 - t)].$$

» II. Soit M un point libre soumis à la force $X = -\frac{(x+y)}{z}$, $Y = \frac{x-y}{z}$, $Z = 2$; le système comporte les mouvements définis par (1) et $z = (t - t_1)^2$.

» III. Soient M, M_1 deux points de masse égale à 1, soumis aux forces $X = X_1 = \frac{-(x+y)}{r^2}$, $Y = Y_1 = \frac{x-y}{r^2}$, r désignant la distance MM_1. Ce système comporte le mouvement défini par (1) et par $x_1 = x + t_1 - t$, $y_1 = y$. Quand t tend vers t_1, r tend vers zéro, mais M, M_1 ne tendent vers aucune position limite.

» D'une manière générale, on serait porté à croire que les équations de Lagrange qui présentent cette singularité sont tout à fait *exceptionnelles. C'est le contraire qui est vrai,* et cela à cause de la forme même des équations de la Dynamique. Par exemple, l'équation de Lagrange à un paramètre

$$(2) \qquad x'' = A(x)x'^2 + B(x),$$

où les $A(x)$, $B(x)$ sont deux fonctions algébriques de x, est affectée *en général* de telles singularités, tandis que ces singularités ne sauraient exister pour une équation (2) dont le second membre serait un polynome en x' de degré plus grand que 2.

» On pourrait penser, il est vrai, que ces singularités ne se rencontrent jamais dans les problèmes naturels, puisqu'un système matériel occupe toujours, à un instant donné, une position déterminée. L'objection ne serait fondée que si les formules correspondaient *rigoureusement* à la réalité. A ce compte, deux points matériels s'attirant suivant les lois de Newton ne devraient jamais se rencontrer, parce que la vitesse d'un élément de matière ne saurait devenir infinie. Ce qui est vrai, si pour $t = t_1$ les fonctions $x_i(t)$ sont indéterminées, c'est que S, *avant l'instant* t_1, passe par un état où les hypothèses et les lois de force, qui ont permis de mettre le problème en équation, cessent d'être suffisamment exactes; mais S n'atteint cet état qu'après une période *d'affolement* d'autant plus accentuée que ces hypothèses et lois sont plus près de la réalité. Il y a donc le plus grand intérêt à reconnaître, sur un système d'équations de Lagrange donné, si ces singularités existent ou non. Si l'on montre qu'elles existent, on met en évidence la particularité la plus remarquable du mouvement; si l'on montre qu'elles n'existent pas, on est certain de pouvoir suivre indé-

finiment le mouvement de S, au moins tant que S ne passera pas par une position singulière.

» En appliquant *au domaine réel* les résultats que j'ai développés pour les équations différentielles analytiques, on obtient à ce sujet plusieurs propositions, notamment la suivante :

» Théorème. — Admettons qu'il n'existe pas de positions singulières de S à distance finie et que les forces dérivent d'un potentiel $U(x_1, \ldots, x_n)$ n'ayant qu'une valeur pour une position de S ; R désignant la distance maxima à l'origine des points de S pour une certaine position du système, admettons de plus que $\frac{U}{R^2}$ reste inférieur à un nombre fini A pour toute position de S. *Quand t tend vers t_1 (quel que soit t_1), les x_i, x'_i tendent vers des valeurs finies déterminées ; les $x_i(t)$ peuvent être développées en séries de polynomes* $x_i(t) = \sum_{r=0}^{r=\infty} P_r^{(i)}(t)$ *convergentes pour t quelconque,* SÉRIES DONT LES COEFFICIENTS SUCCESSIFS SE CALCULENT EN FONCTION DES CONDITIONS INITIALES PAR DE SIMPLES DIFFÉRENTIATIONS, COMME CEUX D'UNE SÉRIE DE TAYLOR, *et qui jouissent (par rapport à la convergence, la différentiation, etc.) de toutes les propriétés d'une série de Taylor.*

» Comme type d'un tel système, je citerai le *corps solide* fixé par un de ses points et soumis à des forces qui dérivent d'un potentiel $U(\theta, \varphi, \psi)$, pourvu que U soit une fonction holomorphe pour toutes valeurs réelles et finies de θ, φ, ψ et admette (par rapport à chacune de ces variables) la période 2π; θ, φ, ψ désignent les trois angles d'Euler.

» Le problème *des trois corps,* qui ne rentre pas dans la catégorie précédente, fera, si l'Académie le permet, l'objet d'une autre Communication. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts.* Note de M. **L. Hartmann**, présentée par M. A. Cornu.

« Je me propose de résumer, dans cette Note, les considérations qui m'ont servi à établir le caractère général des lois relatives à la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts.

» C'est, au surplus, le moyen de démontrer que l'opinion rappelée par M. Charpy, dans une Note du 28 septembre 1896, n'est nullement la mienne, et d'indiquer le sens véritable des extraits de mes études, qui se trouvent cités isolément dans cette Communication.

» I. Tout système de forces extérieures détermine, dans le corps soumis à son action, une sorte de *polarisation moléculaire;* cette polarisation a pour caractère de se produire, en chaque point, suivant des plans inclinés d'un même angle sur la tangente à la courbe de transmission des forces en ce point; le corps se trouve ainsi clivé, pour ainsi dire, dès la première action de l'effort, suivant des surfaces régulièrement distribuées.

» A la limite élastique, ces surfaces sont le siège de déformations permanentes, et l'on obtient ainsi des nappes de mouvements moléculaires, géométriquement réparties et à intervalles réguliers.

» II. On sait qu'un solide, déjà déformé par un effort, résiste, sans nouvelle déformation permanente, à tout effort plus faible, agissant dans les mêmes conditions, c'est-à-dire qu'il renferme des *forces élastiques emmagasinées*. L'existence de ces forces élastiques peut influer sur la régularité de la distribution des déformations, quand le corps est soumis à un essai d'une autre nature; les zones, suivant lesquelles il a dû se déformer pour résister au premier effort, continuent quelquefois à être le siège de mouvements moléculaires, et son état physique peut être tel que ces mouvements se produisent tout d'abord seuls, dans le voisinage immédiat de la limite élastique.

» Mais cette réapparition de lignes antérieures ne contrarie nullement le développement des zones régulières afférentes au nouvel effort.

» Il est bien clair, d'ailleurs, que le tracé des premières lignes doit être rapporté, non à l'effort actuel, mais à l'effort antérieur qui les a déterminées et que, dans ces conditions, la loi de la distribution des déformations s'applique à tous les réseaux obtenus.

» III. Pour un solide quelconque, les forces élastiques emmagasinées peuvent avoir différentes valeurs, mais, quelle que soit la préparation du corps, elles ne descendent pas au-dessous d'un minimum qui correspond à la limite élastique pour le genre d'effort considéré.

» Autrement dit, les diverses déformations, provoquées par les actions extérieures (mécaniques ou thermiques) auxquelles la pièce a été soumise, peuvent être atténuées, par le recuit en particulier, mais aucune d'elles ne s'évanouit complètement tant que le corps reste à l'état solide.

» Ces déformations *irréductibles* peuvent être nombreuses et avoir des orientations très variées; mais, encore dans ce cas, chacune des zones existantes présente un tracé régulier par rapport à l'action qui l'a produite, et leur ensemble partage la matière en grains constituants.

» En un mot, tout corps, ayant une limite élastique, est, par cela même, hétérotrope.

» La conséquence de cette hypothèse est que, même dans un métal simple, l'application d'un effort peut avoir pour effet de révéler les déformations préexistantes, c'est-à-dire la texture du métal, en même temps qu'apparaissent les lignes géométriques correspondant à cet effort; c'est ce qui se passe, *a fortiori*, quand il s'agit de corps composés, à texture hétérogène.

» Ce qu'il importe de remarquer, c'est que les figures nouvelles dépendant de l'effort du moment, ne sont pas influencées par l'état initial du métal.

» Ainsi, quand on mandrine un tube de bouche à feu muni de sa frette, on constate que les *spirales* sont aussi régulières dans l'acier puddlé de celle-ci, fabriquée par enroulement, que dans l'acier fondu du tube.

» Les forces développées sont donc assez puissantes pour produire dans le métal des effets indépendants, dans une large mesure, de son degré d'homogénéité, et les lignes obtenues dépendent de la forme géométrique de la pièce ainsi que de la nature de l'effort, et non de sa constitution chimique.

» Il faut de très grands défauts, c'est-à-dire une hétérogénéité notable, pour que la marche des *déformations régulières* soit troublée.

» N'est-ce pas là une preuve du peu d'influence de ce que l'on appelle l'homogénéité sur les effets de *forces extérieures puissantes?*

» Le fait est que les déformations passent indifférentes au travers des cellules de l'acier.

» Du moment, d'ailleurs, que les réseaux réguliers déterminés par un effort donné (les seuls qu'il y ait lieu de considérer pour l'étude du travail élastique dû à cet effort) sont indépendants de la constitution chimique du métal, la Chimie ne peut pas être regardée comme susceptible de rendre compte, *à elle seule,* des phénomènes d'élasticité.

» Toute théorie moléculaire, établie en vue d'expliquer les variations de la résistance des matériaux, doit être faite dans l'hypothèse d'un corps simple.

» Une théorie qui a besoin de recourir à un corps composé, en faisant appel à des changements dans les combinaisons des éléments constituants de ce corps, est loin d'être satisfaisante.

» Le cuivre, métal simple, jouit de propriétés analogues à celles de l'acier comme résistance croissante aux efforts qu'on lui impose, comme influence des recuits, comme distribution des déformations.

» Cependant, peut-il être question pour lui d'un groupement moléculaire sujet à des modifications chimiques?

» IV. Les forces élastiques emmagasinées dans un solide peuvent être manifestées par une attaque chimique, avec une intensité qui dépend de leur valeur en chaque point.

» Si le corps n'est pas soumis à l'action d'un effort, on doit s'attendre à obtenir un réseau de polygones accolés, distribués plus ou moins régulièrement; dans le cas contraire, en même temps que ces polygones, l'acide creuse les figures caractéristiques de l'action exercée.

» *En résumé*, tout ce qui précède conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Les déformations observables à la surface d'un solide, au delà de sa limite élastique, sont de deux sortes : les unes (qui peuvent ne pas apparaître) sont localisées d'après la répartition des déformations préexistantes que met en évidence l'étude micrographique du métal et qui, pour un métal composé, sont fonction de la nature et de la répartition des constituants; les autres sont caractéristiques de l'effort exercé et ne dépendent, en général, pour un corps donné, que de la forme du solide. Rapportées à l'effort qui les a fait naître, toutes ces déformations, sans exception, suivent la loi générale de la distribution des mouvements moléculaires.

» 2° L'attaque chimique des métaux peut agir *avant, pendant* et *après* la déformation, en révélant les zones préexistantes de mouvements moléculaires et les zones intermédiaires, qui sont inégalement attaquables, comme elles sont inégalement déformables, c'est-à-dire en décelant, comme l'effort mécanique, la texture du métal.

Pendant la déformation, l'attaque creuse en même temps les nouvelles zones d'écoulement moléculaire.

» Ces conclusions sont applicables à tous les métaux, même aux métaux simples, tandis que la rédaction donnée par M. Charpy, dans sa Note du 28 septembre 1896, ne se rapporte qu'à des corps composés, considérés très près de la limite élastique. C'est pourquoi je persiste à penser que les conclusions de cette Note, loin d'être en désaccord avec les lois que j'ai énoncées, n'en sont qu'un corollaire.

» Je ferai remarquer enfin que si M. Charpy m'a attribué l'opinion que « tous les métaux se comportent comme des corps homogènes », c'est, sans doute, parce qu'il s'est borné à interpréter ce que j'ai dit au sujet des déformations géométriques dépendant de l'effort du moment, sans tenir compte des idées émises sur l'hétérotropie initiale des corps solides. »

PHYSIQUE. — *Sur la propriété de décharger les corps électrisés, produite dans les gaz par les corps incandescents et par les étincelles électriques.* Note de M. **Édouard Branly.**

« Dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* du 4 avril 1892, j'ai fait connaître quelques-uns des résultats énoncés par M. Villari dans sa Communication du 19 octobre 1896. A propos de recherches sur une conductibilité unipolaire des gaz, après avoir montré comment variait la déperdition produite sur le disque d'un électroscope par un fil de platine rendu incandescent par un courant électrique, j'ajoutais :

» La déperdition est encore produite en refroidissant les gaz chauds qui enveloppent le fil de platine incandescent (rendu incandescent par un courant électrique) et en les projetant sur le disque. Une figure explique la disposition expérimentale [1]. Le fil de platine rougit au-dessous d'un entonnoir fixé au bas d'un serpentin de 2^m plongé dans l'eau froide. A son extrémité supérieure, le serpentin s'emboîte dans la tubulure d'un tube où circule le gaz d'un réservoir à 25 atmosphères. Le jet de gaz qui tombe ainsi sur le disque est *très froid*.

» Si l'on remplace le fil de platine incandescent par la flamme d'un bec Bunsen, d'une lampe à alcool, d'une bougie, les gaz de la flamme, aspirés, *refroidis* et lancés sur le disque électrisé, déterminent une vive déperdition. La déperdition est ici la même pour les deux électricités. *Même résultat avec les gaz des étincelles électriques* (les étincelles étaient produites par une petite machine électrique ou par une bobine d'induction, au-dessous de l'entonnoir du serpentin, à la place même où se trouvait précédemment le fil de platine incandescent).

» Ajoutons qu'un courant de vapeur d'eau ou d'hydrogène, ou d'air, fortement chauffés et lancés contre le disque ne donne lieu à aucune déperdition.

» On voit que les étincelles électriques ne jouent pas le rôle spécial que M. Villari paraît disposé à leur attribuer.

» Les expériences, que je viens de rappeler d'après ma Note du 4 avril 1892, ont été décrites avec plus de développements dans le *Bulletin des séances de la Société française de Physique* (p. 215 à 230; 1892). »

---

(1) Voir la *figure* dans la Note du 4 avril 1892.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'efficacité de la protection de la tour Saint-Jacques contre un coup de foudre exceptionnel.* Note de MM. **Ch. Mildé** et **E. Grenet**, présentée par M. H. Becquerel.

« Ainsi que M. E. Grenet a eu l'honneur de le faire connaître à l'Académie [(*Comptes rendus*, 17 avril 1884) ([1])], l'emploi d'un conducteur en cuivre rouge met à l'abri, d'une façon absolue, les édifices qui en sont pourvus, quelque violent que puisse être l'orage qui éclate autour d'eux. Le conducteur est un ruban métallique qui constitue un véritable réseau dans l'intérieur duquel tout le bâtiment à protéger se trouve enfermé.

» Un coup de foudre remarquable, qui a éclaté le 7 juillet 1896 sur la tour Saint-Jacques, où, par ordre de l'autorité municipale, nous venions d'établir notre système de protection, en a démontré l'efficacité complète et nous semble, par ses particularités, de nature à intéresser l'Académie.

» D'après le document officiel, rédigé par le directeur de cet observatoire, une première décharge a éclaté à $21^h 58^m 22^s$; un vif éclair, accompagné d'un fracas formidable, s'est montré au zénith; la pointe du paratonnerre a été portée au rouge sur une longueur de 50^{cm} à 60^{cm}. On a entendu le bruit caractéristique de l'émission d'une violente effluve.

» Les mêmes phénomènes se sont reproduits successivement, à quelques différences d'intensité près, à $22^h 1^m 4^s$, à $22^h 1^m 43^s$, à $22^h 7^m 25^s$ et, enfin, une cinquième et dernière décharge, à $22^h 14^m 10^s$.

» Malgré la violence de ces explosions successives, contrairement à ce qui était arrivé antérieurement lors de plusieurs fulgurations n'ayant pas cependant éclaté directement sur la tour, les observateurs en station sur la plate-forme ont pu, en toute liberté d'esprit et sans éprouver aucun effet physique sensible, enregistrer minutieusement tous les détails, toutes les phases de l'orage qui se déchaînait autour d'eux. Nous pensons qu'il n'est pas sans intérêt d'indiquer à l'Académie les détails du dispositif dont nous nous sommes servis dans cette construction.

» Conformément aux prescriptions contenues dans le Rapport de Gay-Lussac, adopté par l'Académie dès 1823, nous avons disposé un double

---

([1]) Cette communication était relative au coup de foudre qui venait d'éclater sur l'église de Belleville en y mettant le feu, malgré la présence de trois paratonnerres à grandes tiges soigneusement entretenues par le service de contrôle de la Ville.

conducteur, de manière à envelopper complètement la tour Saint-Jacques dans toute sa hauteur.

» L'un de ces conducteurs est en communication avec les maîtresses canalisations d'eau et de gaz, et l'autre se termine par une prise de terre spéciale, constituée par un tubage en tôle de $0^m,15$ de diamètre et de 10^m de long enfoncé dans le sol. Ces dispositions sont également conformes aux indications données par la Commission des paratonnerres pour les bâtiments de l'État.

» Les conducteurs que nous avons employés sont constitués par des rubans de cuivre rouge de $0^m,03$ de largeur et de 1^{mm} d'épaisseur, parfaitement flexibles; ils s'appliquent sans faire de saillies sur les murailles du monument dont ils épousent toute l'ornementation.

» Nous avons garni l'extérieur de la plate-forme d'un circuit reliant les pointes en cuivre rouge que portent sur leur sommet les statues qui en occupent les quatre angles.

» En outre s'élève au centre une longue tige qui dépasse de $0^m,20$ la statue de saint Jacques, par laquelle toutes les autres sont dominées.

» Afin de compléter la protection des observateurs qui se trouvent entourés d'objets métalliques de toute nature sur la plate-forme où ils se meuvent, nous avons ajouté, à la tige centrale, un anneau que l'on peut hisser à volonté en s'aidant de la poulie du drapeau et qui porte quatre chaînes métalliques fixées à chacune des quatre pointes des statues.

» De la sorte, nous avons constitué comme un immense vélum électrique sous l'abri duquel les observateurs sont en parfaite sécurité. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les maxima périodiques des spectres.* Note de M. **Aymonnet**.

« Je reviens sur ma Note du 7 août 1893 pour la compléter et relever une erreur typographique qui en rend un passage peu compréhensible.

» Lorsque le spectroscope est terminé par un prisme, le récepteur étant une pile thermo-électrique non précédée d'une lame de verre, la distance Δ en λ de deux maxima périodiques consécutifs est presque constante : elle croît légèrement avec la réfrangibilité. Cette distance ne dépend ni de la nature de la source, ni de la nature des corps interposés entre elle et le prisme; elle ne dépend que de la nature chimique du prisme et augmente très légèrement avec la température de ce dernier.

» Pour un prisme déterminé chimiquement et physiquement, les maxima périodiques occupent donc des positions invariables; il n'y a que leurs intensités qui varient quand on modifie soit la source, soit la nature des corps interposés entre elle et le prisme. Il faut donc lire dans ma Note, 2e semestre, 1893, p. 305-VI : [les places des *maxima maximorum* seules changent quand la nature de la matière intercalée varie, mais elles coïncident toujours avec des positions des maxima précédents, *au lieu de* : les places des *maxima* seules, etc.].

» Le prisme joue donc le rôle de résonateur vis-à-vis du récepteur.

» Si, entre la pile et le prisme, on interpose une lame de même nature que ce dernier, les maxima conservent leurs positions et leur netteté; mais, si cette lame est de nature différente et suffisamment épaisse, les maxima changent de place, sont moins saisissables, et le spectre devient plus uniforme.

» Dans ce dernier cas, le changement de place des maxima est dû à ce que la lame, qui est devenue pour la pile le résonateur, donne des harmoniques atomiques et moléculaires différents de ceux de la matière du prisme.

» J'explique le trouble spectral de la manière suivante : 1° chaque radiation tombant du prisme sur la lame, suivant une direction déterminée, donne naissance à des harmoniques supérieurs et inférieurs en λ, visibles ou invisibles, de même direction; 2° les rayons venant du prisme ont des directions différentes, s'ils ont des longueurs d'onde différentes; il en résulte donc qu'en chaque point du spectre se trouvent superposées des radiations différentes en λ, superpositions capables de masquer plus ou moins les variations du spectre pur.

» Voici les positions des maxima observés par Desains [1] dans le spectre prismatique solaire, et par moi dans le spectre de la lampe Bourbouze; elles sont indiquées par leurs distances angulaires à la raie D, du côté calorifique. Je ne donne que les maxima que j'ai obtenus : pour le sel gemme entre $0^{\mu},715$ et $1^{\mu},623$, pour le flint entre $0^{\mu},728$ et $2^{\mu},055$, pour le crown entre $0^{\mu},646$ et $2^{\mu},2$; quoique j'en aie observé beaucoup d'autres au delà, ils comprennent tous ceux de Desains. Par suite de la constante de Δ, les maxima se resserrent de plus en plus et deviennent d'autant plus difficiles à saisir avec la pile, qu'on s'avance vers la partie la plus réfrangible du spectre. Les numéros d'ordre partent de la raie D. Tous les prismes avaient des angles de 60°.

---

(1) DESAINS, *Comptes rendus*, 1er semestre 1882, p. 1144; 2e semestre 1883, p. 689; 2e semestre 1882, p. 433.

Spectroscopes

	en sel gemme ([1]) $\Delta = 0^{\mu},0352$, $n_D = 1,544$. Position des max.			en flint $\Delta = 0^{\mu},1012$, $n_D = 1,643$. Position des max.			en crown $\Delta = 0^{\mu},0944$, n_D Desains inconnu, n_D Aym. $= 1,527$. Position des max.	
N° d'ordre.	Des.	Aym.	N° d'ordre.	Des.	Aym.	N° d'ordre.	Des.	Aym.
4....		31,1 - 32,4	2....		50 - 54	1....		12,0 - 15,6
5....	36	36,2 - 37,5	3....	68,0	66 - 74	2....	31,0	26,5 - 30,2
6....	40,2	40,0 - 41,3	4....	92,5	90 - 94	3....		37,5 - 41,1
7....		43,8 - 45,1	5....	100,0		4....	50,5	46,0 - $50,1^{cal}$
8....	48,2	47,6 - 48,9	6....	108,0	106 - 114	5....		55,6 - 59,3
9....		51,5 - 52,9	8....	130,0	126 - 134	6....		66,6 - 70,2
10....		55,3 - 56,6	10....		146 - 150	8....		81,1 - 88,4
12....		59,1 - 60,4	12....	157,0	158 - 162	9....	92,0	88,5 - $94,5^{cal}$
13....	63	62,9 - 64,2	14....		166 - 174	10....		95,7 - 99,3
15....	68	66,7 - 68,0				13....		110,2 - 113,8
17....		70,6 - 71,8				16....	127,4	124,8 - 128,4
19....	73	73,0 - 73,7						
21....		76,9 - 78,2						
23....		79,5 - 80,7						
26....		83,3 - 83,9						
27....		84,6 - 85,8						
29....		87,1 - 88,4						

» Si l'on exprime en λ les positions des maxima observés par Desains dans ses trois spectres solaires, on constate qu'il n'y a pas de coïncidence même approchée; ce qui établit bien l'influence de la matière du prisme.

» La méthode d'observation de Desains était très différente de la mienne, ses fentes spectroscopiques et pilaires, ses lentilles, les distances de ses pièces spectroscopiques différaient des miennes; de plus nous ne pensions ni l'un ni l'autre, pendant nos recherches, à la périodicité des maxima. Les lois trouvées sont donc indépendantes de toute théorie.

» Dans une prochaine Note, si l'Académie le permet, je me propose de donner les principaux résultats que j'ai obtenus en interposant différents corps entre le prisme et la source. »

([1]) Δ pour le sel gemme est compris entre $0^{\mu},0350$ et $0^{\mu},0354$; pour le flint, $0^{\mu},1027$ et $0^{\mu},0997$; pour le crown, $0^{\mu},0951$ et $0^{\mu},0937$.

PHYSIQUE. — *Tension de vapeur d'un corps comprimé par un gaz qu'il dissout. Tension de vapeur d'une solution en général.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Lorsque dans une enceinte, contenant un corps liquide et sa vapeur, on comprime un gaz qui peut se dissoudre dans ce liquide, on obtient une vapeur mixte et un liquide mixte constituant un ensemble que M. Duhem a appelé un *mélange double* et dont il a développé certaines propriétés ([1]).

» Je m'étais proposé récemment ([2]) d'établir l'influence de la nature et de la pression du gaz sur la tension de vapeur du corps qu'il comprime : la solution de cette question m'a conduit à l'envisager d'une manière tout à fait générale.

» Considérons un mélange simple en équilibre osmotique sous une pression P, d'une part avec le gaz sous la pression p_e et le volume spécifique v_e; d'autre part, avec la vapeur du corps sous une pression $\mathfrak{P}_e$ et un volume spécifique υ_e.

» On démontre, par un cycle isotherme fermé et réversible, que si l'on fait varier la pression p_e du gaz de dp_e, la pression $\mathfrak{P}_e$ étant constante, on a

$$d\mathrm{P}\,\mathrm{V}_i = dp_e v_e,$$

V_i volume spécifique du gaz dans le mélange.

» En faisant aussi varier $\mathfrak{P}_e$, de $d\mathfrak{P}_e$, on a

$$d\mathrm{P} = \frac{v_e}{\mathrm{V}_i}\,dp_e + \frac{\upsilon_e}{\mathfrak{V}_i}\,d\mathfrak{P}_e$$

pour la vapeur mixte, par exemple.

» Pour le mélange liquide, on aura

$$d\mathrm{P} = \frac{v_e}{\mathrm{V}'_i}\,dp_e + \frac{\upsilon_e}{\mathfrak{V}'_i}\,d\mathfrak{P}_e.$$

» La vapeur et le liquide mixtes étant en équilibre avec les mêmes composants, aux mêmes pressions, sont en équilibre entre eux, c'est-à-dire que les valeurs de $d\mathrm{P}$ sont les mêmes.

([1]) *Travaux et Mémoires des Facultés de Lille*, n° **13**; 1894.

([2]) *Comptes rendus*, 19 octobre 1896.

» On tire facilement l'équation générale de l'équilibre

$$dp_e \frac{v_e}{V_i}\left(1 - \frac{V_i}{V'_i}\right) = d\mathfrak{P}_e \frac{v_e}{\varphi_i}\left(\frac{\varphi_i}{\varphi'_i} - 1\right).$$

» A la limite, lorsque la pression du gaz est infiniment petite, $v_e = \varphi_i$; $d\mathfrak{P}_e \frac{v_e}{\varphi_i}$ représente donc l'accroissement de la tension de vapeur dans le mélange gazeux, soit $d\mathfrak{P}_i$; et par suite $dp_e \frac{v_e}{V_i}$ représente l'accroissement de pression du gaz ou dp_i; on a donc

$$dp_i\left(1 - \frac{V_i}{V'_i}\right) = d\mathfrak{P}_i\left(\frac{\varphi_i}{\varphi'_i} - 1\right).$$

$\frac{\varphi_i}{\varphi'_i} - 1$ est positif; *si dp_i est supposé positif :*

» 1er cas : si $\frac{V_i}{V'_i} < 1$, $d\mathfrak{P}_i$ est positif; c'est le cas des expériences de M. Villard. Il comprend comme cas particulier celui où $V'_i = \infty$, c'est-à-dire où le gaz est insoluble dans le liquide qu'il comprime.

» 2e cas : $\frac{V_i}{V'_i} = 1$, quels que soient p_e et $\mathfrak{P}_e$; cela entraîne $\frac{\varphi_i}{\varphi'_i}$ constant et $d\mathfrak{P}_e = 0$, cas idéal.

» 3e cas : $\frac{V_i}{V'_i} > 1$; $d\mathfrak{P}_i$ est négatif; c'est le cas de la vapeur d'alcool ajoutée à l'eau. Il comprend comme cas particulier celui où $V_i = \infty$, c'est-à-dire celui où le gaz ne pourrait se mélanger à la vapeur du liquide; c'est le cas des solutions salines aqueuses.

» La relation limite donnée plus haut devient, pour des valeurs finies de p, une relation approchée.

» *Remarques.* — 1° Dans le premier cas, lorsque φ_i croissant avec $\mathfrak{P}_e$ atteint la valeur de φ'_i, l'équation générale est satisfaite avec $V_i = V'_i$; à la pression critique, les deux parties du mélange double ont même densité, même composition; fait remarqué par M. Villard;

» 2° Dans le troisième cas, si l'on a

$$\frac{V_i}{V'_i} = \frac{\varphi_i}{\varphi'_i} \quad \text{ou} \quad \frac{V_i}{\varphi_i} = \frac{V'_i}{\varphi'_i};$$

c'est-à-dire, si la vapeur mixte a même composition que le liquide mixte, on a $dP = 0$, fait déjà connu.

» On peut résumer les différents cas considérés de la manière suivante :

» Le gaz ou le corps dissous abaisse la tension de vapeur du dissolvant;

le gaz dans la vapeur mixte accroît la tension de vapeur du dissolvant, comme le ferait une pression [1].

» La tension de vapeur est augmentée si le gaz est plus dense dans la vapeur mixte que dans le liquide mixte; elle est diminuée dans le cas contraire.

» La grandeur de la variation est liée au rapport des masses spécifiques du gaz dans le liquide et dans la vapeur [2]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hexaméthylène-amine et ses dérivés nitrosés. Thermochimie.* Note de M. **Marcel Delépine**.

« L'hexaméthylène-amine $C^6H^{12}Az^4$ résulte de l'union de l'ammoniaque et de l'aldéhyde formique avec élimination d'eau

$$6CH^2O + 4AzH^3 = C^6H^{12}Az^4 + 6H^2O.$$

Elle donne, sous l'influence de l'acide nitreux, un premier dérivé nitrosé $(CH^2)^5(AzO)^2Az^4$ et un second $(CH^2 - AzO.Az)^n$ où $n = 3$, d'après MM. Mayer, Duddeu et Scharf. Nous prendrons 4 pour avoir la série régulière

$$(CH^2)^6Az^4; \quad (CH^2)^5(AzO)^2Az^4; \quad (CH^2)^4(AzO)^4Az^4.$$

» *Hexaméthylène-amine.* — La base, purifiée par cristallisation dans l'alcool absolu, se présentait sous forme de brillants dodécaèdres rhomboïdaux, de composition théorique. Elle brûle assez mal dans la bombe calorimétrique et charbonne si l'on dépasse $0^{gr},75$. J'ai trouvé, en rapportant les résultats des combustions à 1^{gr} de substance :

$$\left.\begin{matrix} 7189^{cal},48; & 7192^{cal},85 \\ 7203^{cal},17; & 7155^{cal},95 \end{matrix}\right\} \text{ moyenne } 7185^{cal},36;$$

soit, pour 1 molécule $= 140^{gr}$,

	A vol. const.	A press. const.
Chaleur de combustion......	$1005^{Cal},85$	$1006^{Cal},53$

et chaleur de formation à partir des éléments :

$$C^6 + H^{12} + Az^4 = C^6H^{12}Az^4 \text{ crist.} \ldots\ldots \quad -26^{Cal},73$$

---

(1) Dans ma Note précédente j'ai donné la relation entre la pression et la variation de tension d'un corps : elle trouve une vérification dans les phénomènes qui s'observent avec les tubes capillaires.

(2) Travail fait au Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

» Sa chaleur de dissolution dans l'eau à 15°, pour 1 molécule dans $1^{lit},5$ à $2^{lit},5$ d'eau, a été trouvée de

$$4^{Cal},80;\quad 4^{Cal},76 \text{ et } 4^{Cal},84;\qquad \text{moyenne } 4^{Cal},80;$$

ce qui donne, pour la chaleur de formation de l'hexaméthylène-amine dissoute, $-21^{Cal},93$.

» Ces nombres ont été vérifiés par la détermination de la chaleur de combustion du dinitrate d'hexaméthylène-amine, corps facile à préparer et brûlant très facilement. Il est même curieux d'observer que ce corps, qui contient 47,37 pour 100 d'acide AzO^3H (trouvé 47,58) brûle en ne donnant que fort peu d'acide azotique : le maximum observé a été de 66^{mmg}. J'ai trouvé pour 1^{gr} les chiffres suivants :

$$3597^{cal},5;\quad 3600^{cal},3;\quad 3596^{cal},5;\quad \text{moyenne } 3598^{cal},8;$$

soit pour 1 molécule, $C^6H^{12}Az^4, 2AzO^3H = 266^{gr}$:

	A volume constant.	A pression constante.
Chaleur de combustion........	$957^{Cal},28$	$955^{Cal},86$

» D'où, pour chaleur de formation à partir des éléments

$$C^6 + H^{14} + Az^6 + O^6 = C^6H^{12}Az^4, 2AzO^3H \text{ crist.} + 92^{Cal},94$$

» D'autre part, j'ai trouvé pour la chaleur de dissolution de ce dinitrate dans l'eau, à 15° environ,

$$-14,14 \text{ et } -14,37,\qquad \text{moyenne } -15,26$$

pour 1 mol. = 10^{lit} dans le premier cas et 1 mol. = 6^{lit} dans le second; dans ce dernier cas, l'addition de 4 nouveaux litres d'eau n'a produit aucun effet thermique, ce qui devait être; j'ai aussi trouvé que

$$C^6H^{12}Az^4(1 \text{ mol.} = 2^{lit}) + 2AzO^3H(1 \text{ mol.} = 2^{lit})$$
$$= C^6H^{12}Az^4, 2AzO^3H(1 \text{ mol.} = 6^{lit}) + 2^{Cal},37,$$

ce nombre étant la moyenne de deux expériences ayant donné $2^{Cal},35$ et $2^{Cal},39$. Sachant que l'acide azotique dissous, formé à partir des éléments gazeux, dégage $48^{Cal},8$ par molécule, on trouve, en réunissant toutes ces données à la valeur $-21^{Cal},93$ représentant la chaleur de formation de l'hexaméthylène-amine dissoute, que la chaleur de formation *calculée* du dinitrate d'hexaméthylène-amine solide est

$$-21,93 + 48,8 \times 2 + 2,37 + 14,26 = 92^{Cal},30,$$

au lieu du chiffre expérimental $92^{Cal},94$. La concordance est satisfaisante.

» On peut donc admettre le chiffre $1006^{Cal},5$ pour chaleur de combustion de l'hexaméthylène-amine solide. Je rappellerai que l'on est conduit à considérer ce corps comme formé de groupes CH^2 liés des deux côtés à l'azote dans les proportions conformes aux valences. Il était intéressant de voir quelle serait alors la chaleur de combustion de ce groupe CH^2 et si elle différerait beaucoup des valeurs que M. Matignon [1] lui a attribuées suivant qu'il est relié au carbone $C - CH^2 - C$ ou H ou à l'azote $Az - CH^2 - C$ ou H. Dans le premier cas, on a 156^{Cal}; dans le second, une valeur plus grande 164^{Cal}-165^{Cal}. Il semble qu'ici la double liaison azotée ait encore augmenté cette valeur, puisqu'on trouve $\frac{1}{6}1006,5 = 167^{Cal},75$.

» *Premier dérivé nitrosé* $(CH^2)^5(AzO)^2Az^4$. — Corps facile à préparer. J'ai trouvé, pour 1^{gr}, les chaleurs de combustion suivantes :

$4697^{Cal},7$ et $4690^{Cal},9$.................. Moyenne : $4694^{Cal},3$

» Soit, pour $1^{mol} = 186^{gr}$.

	A volume constant.	A pression constante.
Chaleur de combustion	$873^{Cal},14$	$872^{Cal},28$

» De ce dernier chiffre on déduit :

$$C^5 + H^{10} + Az^6 + O^2 = C^5H^{10}Az^6O^2 \text{ crist.} \ldots\ldots \quad -55,78$$

» *Second dérivé nitrosé* $(CH^2)^4(AzO)^4Az^4$. — Très facile à purifier et s'obtenant en gros cristaux fusibles à 105° par évaporation spontanée de sa solution acétonique. Ce corps m'a donné, en rapportant les résultats des combustions à 1^{gr} :

$3218^{Cal},3$; $3216^{Cal},6$; $3227^{Cal},9$............ Moyenne : $3220^{Cal},9$

» Soit, pour $1^{mol} = 232^{gr}$:

	A volume constant.	A pression constante.
Chaleur de combustion	$747^{Cal},24$	$745^{Cal},96$

et, par conséquent, pour chaleur de formation :

$$C^4 + H^8 + Az^8 + O^4 = C^4H^8Az^8O^4 \text{ crist.} \ldots\ldots \quad -91^{Cal},76$$

» On voit que le remplacement successif des CH^2 par $2AzO$ diminue notablement la chaleur de formation de ces corps et la rend fortement endothermique. Aussi, tandis que l'hexaméthylène-amine est relativement

(1) Thèse. Faculté des Sciences de Paris, 1892.

stable et peut même être distillée dans le vide (bien que difficilement; à 180° soutenus, elle subit une décomposition sur laquelle j'espère pouvoir revenir, bien que les résultats en soient très délicats à tirer), les deux autres dérivés ne tardent pas à se boursoufler considérablement en dégageant d'énormes quantités de gaz. Je rappellerai même que j'ai signalé que le produit $C^5H^{10}Az^6O^2 + I^2$ est explosif à 66°, le bromure qui y correspond déflagrant à la température ordinaire dès qu'il est sec.

» On pourra aussi observer que la deuxième substitution produit une diminution plus considérable que la première.

$(CH^2)^6Az^4$	Différence..........	$-26,72$	diff. 29,06
$(CH^2)^5(AzO)^2Az^4$	$2AzO - CH^2$.......	$-55,78$	
$(CH^2)^4(AzO)^4Az^4$	Même différence....	$-91,76$	diff. 35,98

» D'autre part, si l'on considère que le second terme est la $\frac{1}{2}$ somme des deux autres, on trouve que sa chaleur de combustion est $872^{Cal},28$ au lieu de $\frac{1}{2}(1006,53 + 745,96) = 876^{Cal},25$. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur la luciférase ou zymase photogène des animaux et des végétaux*. Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Depuis longtemps, j'ai démontré que l'agent *actif* de la production de la lumière chez les animaux et les végétaux était une substance présentant tous les caractères des zymases et que j'ai, pour cette raison, nommée *luciférase*.

» D'autre part, mes expériences établissent que la lumière physiologique n'est pas le résultat d'une *combustion*, ni même d'une oxydation lente, mais directe. La fixation de l'oxygène est bien nécessaire, comme je l'ai reconnu postérieurement à mes premières recherches, seulement elle se fait indirectement ou plutôt par l'intermédiaire de la luciférase, qui se comporte, sous ce rapport, comme un ferment d'oxydation.

» Les organes lumineux des Lampyres et les œufs contenus dans les ovaires de la femelle donnent avec la teinture de gayac une belle coloration bleue : il est vrai que le sang du Lampyre, comme celui de divers insectes, produit la même réaction; mais j'ai montré quelle était son importance dans la fonction photogène, chez les Élatérides.

» Le mucus lumineux recueilli à la surface du corps des poissons morts,

traité par l'eau chloroformée, donne, après filtration, la même réaction. Ceci n'a rien de surprenant, puisque j'ai démontré que la cause de la phosphorescence était la même chez les animaux et chez les végétaux.

» Je me propose de rechercher si les réactions des ferments oxydants se rencontrent chez tous les animaux et végétaux photogènes et si ces zymases sont susceptibles de produire de la lumière avec divers composés organiques.

» La différence qui existe entre ma théorie, en ce moment de son évolution, et l'hypothèse de Radziszewjski est que, si la phosphorescence peut se produire, en présence de la potasse alcoolique, par oxydation lente et directe avec beaucoup de composés organiques, au contraire, chez les êtres vivants, elle résulte de l'action d'une zymase, comme je l'ai toujours soutenu.

» C'est ainsi que l'acide chlorhydrique peut, comme l'invertine, transformer le sucre en glycose; le résultat final est le même, mais le procédé est différent. »

ZOOLOGIE. — *Remarques sur l'appareil digestif et le mode d'alimentation de la Tortue luth.* Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Blanchard.

« Le régime alimentaire des Tortues marines est une question encore controversée. Les anciens auteurs les regardaient comme usant d'une nourriture exclusivement végétale; diverses observations faites dans ces derniers temps, celles surtout de Pouchet en collaboration avec M. J. de Guerne [1], sont venues infirmer cette manière de voir. D'autre part, le Dr Gilbert Tirant, dans ses études sur la faune herpétologique de la Cochinchine et du Cambodge, avance, d'après le dire des pêcheurs locaux, que certaines espèces, la Tuilée (*Chelonia imbricata*), la Caouane (*Thalassochelys caretta*) sont carnivores, tandis que la Tortue franche (*Chelonia mydas*), la Tortue luth (*Dermochelys coriacea*) se nourrissent de végétaux. Il m'a paru intéressant d'étudier à ce point de vue un exemplaire de cette dernière espèce récemment envoyé au Muséum, pour rechercher si la disposition du tube digestif, si son contenu, pouvaient fournir à cet égard quelques éclaircissements.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CII, p. 877; 12 avril 1886.

» Cet individu, de grande taille, il ne mesure pas moins de $1^m,75$ du museau à l'extrémité de la queue, et du poids de 250^{kg}, avait été pris à Concarneau et fut expédié tout de suite à Paris; aussi a-t-il pu être examiné dans un état de fraîcheur exceptionnel.

» La disposition de l'œsophage, garni de longues papilles coniques à revêtement corné, ne diffère pas sensiblement de ce qu'elle est chez les autres Tortues de mer, notamment les *Thalassochelys caretta* et *Chelonia imbricata*, que j'ai eu l'occasion d'étudier sur le frais au laboratoire d'Herpétologie.

» Il n'en est pas de même de l'estomac. Dans ces dernières espèces, cet organe offre la forme habituelle pour ce groupe, c'est-à-dire constitue un sac allongé à cavité simple. Chez la Tortue luth, au contraire, non seulement ses dimensions sont proportionnellement plus grandes, mais encore on y distingue deux régions : l'une en sac globuleux simple, la suivante tubuleuse, du double plus longue que la première, bosselée et divisée en loges intérieurement par des cloisons transversales élevées, dont quelques-unes forment de véritables diaphragmes perforés en leur centre. Cette disposition, déjà entrevue par Schlegel, mais dans des conditions peu favorables, sur l'individu observé par lui au Japon, est tout à fait particulière, et rien d'analogue n'a jusqu'ici été rencontré dans les nombreuses espèces, appartenant aux types les plus variés des Chéloniens, que j'ai eu l'occasion de disséquer pour les recherches que j'ai entreprises sur ce sujet. Ces différentes portions de l'estomac, la portion tubuleuse étant repliée sur elle-même en U, sont recouvertes d'un *fascia* fibreux commun, et semblent, au premier abord, ne former qu'une seule masse volumineuse, sphérique. Un riche plexus de gros vaisseaux s'observe entre les branches accolées de la seconde portion.

» L'intestin grêle et le gros intestin se font suite en continuité directe, sans cæcum réel : la différence de diamètre seule les distingue extérieurement.

» Sur le premier les parois sont très épaisses et la muqueuse présente une complication plus grande que dans aucune autre Tortue. On y trouve, en effet, un réseau de gros trabécules, dont les mailles peuvent avoir jusqu'à 1^{cm} de côté et même au delà, dans chacune de celles-ci des cloisons, de moins en moins élevées, limitent des alvéoles en gâteau d'abeilles de plus en plus petites, d'où résulte un développement considérable de cette surface digestive.

» Le gros intestin, qui débute par un renflement sphérique sur lequel s'insère la terminaison de l'intestin grêle, n'a guère qu'un sixième de la longueur de celui-ci. La paroi, mince à l'origine, s'épaissit graduellement et présente à sa face interne de petites aréoles de 1^{mm} environ de côté; on observe de plus des plis, sortes de valvules conniventes, peu accusés. La disposition de cette muqueuse est, par suite, comparable à ce qu'elle est dans les espèces voisines.

» En résumé, la complication de l'estomac, l'étendue de la muqueuse dans l'intestin grêle, portent à penser que le travail digestif doit s'accomplir chez ce Chélonien avec une certaine lenteur, comme lorsqu'il s'agit d'aliments plutôt réfractaires à l'action des sucs intestinaux, c'est-à-dire de substances végétales.

» Une quantité relativement très faible de matières alimentaires a été trouvée dans l'estomac; quant à l'intestin, il ne contenait qu'une masse chyleuse où l'on n'a pu discerner aucun fragment déterminable, cet individu avait sans doute supporté un jeûne assez long avant sa capture. Tout ce que j'ai pu recueillir, ce sont de nombreux *Hyperia galba*, Montagu, quelques fragments de Médusaires [1], enfin, diverses plantes marines : *Zostera*, *Ectocarpus* (indéterminable), *Halydrys siliquosa*, Lgb., *Cystosira fibrosa*, Ag.; le poids de ces plantes non séchées n'atteignait pas 20^{gr} [2].

» Toutefois, Pouchet et M. J. de Guerne n'ayant, d'après leurs observations, rencontré dans le tube digestif du *Thalassochelys caretta* que des débris animaux, la présence de végétaux marins chez le *Dermochelys* confirme, dans une certaine mesure, les déductions auxquelles nous conduit l'étude anatomique. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte d'un gisement d'empreintes végétales dans les cendres volcaniques anciennes de l'île de Phira* (*Santorin*). Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Au cours d'un récent voyage à Santorin, où j'ai accompagné M. Fouqué, nous avons exploré un gisement d'empreintes végétales qui nous a été signalé par les lazaristes de l'île. Pour saisir l'importance de cette découverte, il est nécessaire d'avoir présente à l'esprit l'histoire de Santorin, telle qu'elle résulte des travaux de M. Fouqué [3].

» Santorin a débuté par un îlot de calcaires et de phyllites contre lequel se sont produites des éruptions sous-marines, constituées par des tufs et des coulées d'*andésite à hornblende* et de *perlite*. A la suite d'un soulèvement important, les éruptions sont devenues subaériennes et leurs produits ont

(1) Ces derniers animaux se rencontrent en abondance dans l'estomac des Caouanes et paraissent entrer pour une part importante dans la nourriture de cette espèce. Ils ne semblent cependant constituer qu'une assez faible ressource alimentaire, car, d'après l'analyse chimique du *Rhizostoma Cuvieri*, Péron, que, sur ma demande, M. Arnaud a bien voulu faire, ces Acalèphes contiennent pour près de 97 pour 100 d'eau et les trois parties de matières solides restantes ne donnent qu'une partie de substances organiques.

(2) C'est à M. Bouvier que je dois la désignation spécifique de l'*Hyperia;* les plantes ont été obligeamment déterminées dans le laboratoire de M. Van Tieghem.

(3) *Santorin et ses éruptions*, Paris, 1879.

changé de composition; elles ont répandu une énorme accumulation de produits de projection qu'ont accompagnés des filons et des coulées d'*andésites à hypersthène* associés à quelques roches plus basiques (*labradorites à olivine et anorthite*).

» La grande île ainsi formée a été alors en partie détruite par un violent effondrement, accompagné d'explosions formidables et d'abondantes projections de ponce qui ont recouvert d'un manteau continu (atteignant 30^{m} d'épaisseur) les débris de l'ancienne île, c'est-à-dire l'île de Phira, les îlots de Thérasia et d'Aspronisi. Ceux-ci limitent la baie actuelle de Santorin, au milieu de laquelle, depuis la période historique, de nouvelles éruptions (la dernière date de 1866-70) ont construit les îlots des Kaménis.

» Entre le commencement des éruptions sous-marines d'Acrotiri et la grande explosion qui a donné à l'archipel de Santorin son aspect actuel, M. Fouqué n'a constaté que deux points de repère datés. Les tufs sous-marins d'Acrotiri renferment par places une faune du *pliocène supérieur*. D'autre part, M. Fouqué a trouvé sous la ponce, contemporaine de l'effondrement de la baie, des habitations *bâties sur la lave* et antérieures au grand cataclysme. Ces habitations renfermaient des silex et des obsidiennes taillés, des poteries à cachet archaïque fort remarquables, appartenant à une époque préhistorique.

» L'observation qui fait l'objet de cette Note apporte des documents sur l'épaisse masse de laves et de produits projetés, comprise entre le tuf ponceux préhistorique et les éruptions du pliocène supérieur.

» Notre gisement fossilifère se trouve dans le quartier de Kato Phira, exactement à 15^{m} au-dessous de la terminaison de la grande coulée d'andésite à hypersthène qui supporte la ville et à une altitude d'environ 200^{m}. En ce point, la falaise abrupte est formée par la ponce supérieure (exploitée) reposant, en partie sur l'extrémité de la coulée, en partie sur une couche de blocs de projections qui la continue. Puis on rencontre une alternance, maintes fois répétée jusqu'au bas de la falaise, de lits de scories, de lapillis noirs de tout calibre, de cinérites grises et de coulées de laves. La couche fossilifère est formée par de petits lapillis d'un gris noir, agglomérés sans ciment; elle a quelques décimètres d'épaisseur et ne peut être vue que sur quelques mètres carrés.

» M. Bureau a bien voulu déterminer mes échantillons; il y a reconnu quatre espèces qui, dans leur ordre décroissant d'abondance, sont les suivantes : dattier (*Phœnix dactylifera L.*), palmier nain (*Chamærops humilis L.*), lentisque (*Pistacia lentiscus L.*), olivier (*Olea europæa L.*). Ces quatre

espèces appartiennent actuellement à la région méditerranéenne; mais l'ère géographique de deux d'entre elles ne s'étend plus jusqu'à Santorin, le dattier a reculé vers le sud, le palmier nain vers le sud et l'ouest; l'olivier n'existe plus, dans l'île, qu'à l'état cultivé et en infime quantité. Les faits qui ressortent de cet examen sont ceux que l'on constate d'ordinaire quand on compare une faune pléistocène un peu ancienne avec la flore actuelle d'un même lieu.

» Ces empreintes végétales sont remarquablement bien conservées : on peut distinguer à la loupe, sur la face inférieure des feuilles de palmier, l'existence d'un champignon, et sur les feuilles d'olivier, celle des poils écailleux. Les feuilles de lentisque, d'olivier et de dattier sont couchées suivant le plan de stratification de la cendre; celles du palmier nain présentent une disposition différente, elles traversent la couche de cendres obliquement ou perpendiculairement à sa stratification. Les feuilles de *Chamærops humilis* étant raides, solides et fortement attachées à un tronc court ont pu être entamées par la cendre sans perdre leur position. Cette observation est importante, en montrant que ces plantes ont été ensevelies par l'éruption en pleine végétation ([1]). L'état microscopique des cendres qui les enveloppent montre, du reste, que celles-ci n'ont pas été remaniées : ce sont des produits d'une éruption subaérienne, formés par de petits fragments de lave vitreuse et de cristaux, agglomérés sans trace de ciment et laissant entre eux de nombreuses cavités.

» La parfaite conservation des empreintes peut s'expliquer par la position de la couche fossilifère qui est recouverte par la puissante coulée de laves de Phira, dont le poids énorme a déterminé le tassement des couches meubles sous-jacentes, et les a préservées contre les infiltrations postérieures, rares du reste dans un pays aussi sec que Santorin.

En résumé, ces observations apportent quelques éléments nouveaux sur l'histoire de ces majestueuses éruptions volcaniques qui, entre le pliocène supérieur et l'époque préhistorique, ont construit l'île de Phira. Elles montrent que ces éruptions n'ont pas été continues, puisque, entre deux d'entre elles, il a pu se développer, sur les matériaux volcaniques, une active végétation. L'absence de vestiges d'industrie humaine dans les couches fossilifères, l'abondance de palmiers nains nuisibles aux cultures, font penser que la flore de Kato-Phira est spontanée et qu'elle correspond

---

([1]) L'absence d'olives permet, en outre, de fixer la saison pendant laquelle s'est produite l'éruption.

vraisemblablement à une période où l'île était inculte. Elle serait probablement antérieure à l'arrivée de l'homme ; mais elle est, en tout cas, au point de vue botanique, le prélude de celle de la période préhistorique. Les fouilles de M. Fouqué ont montré en effet que, plus tard, au moment de l'effondrement de la baie, l'île renfermait une active végétation arborescente de même nature; mais alors elle était cultivée et le siège d'une sation déjà avancée.

» Le grand cataclysme qui a modelé l'archipel actuel a, par le dépôt continu de ponce, anéanti l'ancienne végétation et l'ancienne population et de plus complètement modifié le régime des îles. Aujourd'hui, il n'existe plus d'arbres à Phira, les antiques forêts d'oliviers, de dattiers et les broussailles de palmiers nains sont remplacées par des vignes; les vignerons de l'époque actuelle ont, de même, remplacé les agriculteurs et les pasteurs qui ont été les témoins et les victimes du grand effondrement de la baie de Santorin. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 octobre 1896.

Annales de l'observatoire d'Astronomie physique de Paris, sis parc de Meudon (Seine-et-Oise), publiées par M. J. Janssen, Directeur de l'observatoire. Tome I. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par l'Auteur.)

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. Boule et Verneau. 1896. Tome VII. N° 4. Juillet-août. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Les Galets coloriés du Mas d'Azil, par M. Ed. Piette. Supplément au n° 4 (juillet-août 1896) de la Revue : *l'Anthropologie.* 1 atlas in-4°.

Mémoires de la Société philomatique de Verdun. Tome XIV. Verdun, L. Laurent, 1896; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astro-

nomie, de Météorologie et de Physique du globe. Octobre 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : LOUIS OLIVIER, Docteur ès Sciences. N° 19. 15 octobre 1896. Paris, G. Carré et C. Naud : 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale, chirurgicale, obstétricale et pharmaceutique. 15 octobre 1896. Paris, Doin; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Agriculture de France. Tome XVIII. Septembre 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

Magnetic observations at the United States naval Observatory, 1894; by C. C. MARSH, Lieut. U. S. Navy. Washington, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Annals of the New York Academy of Sciences, late Lyceum of natural History. New York. Published by the Academy, 1896; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 OCTOBRE 1896.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Tome XX. Juin-juillet 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; 2 fasc. in-8°.

Pa Photographie du mouvement. Chronophotographie. Kinétoscope. Cinématographe. Paris, Chamuel, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Loi des équivalents et théorie nouvelle de la Chimie, par GUSTAVE MARQFOY. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-8°.

Gerhardt et Chancel. Discours prononcé dans la salle des fêtes du Palais de l'Université; à l'occasion des bustes de ces savants, par M. R. DE FORCRAND, Directeur de l'Institut de Chimie de l'Université de Montpellier. 11 juin 1896. Montpellier, G. Firmin et Montane, 1896; 1 broch. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel, et M. CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. N° 41. Séance du 20 septembre 1896. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale, chirurgicale, obstétricale et pharmaceutique. Directeur scientifique, ALBERT ROBIN, Membre de l'Académie de Médecine. 20e livraison. 23 octobre 1896. Paris, Doin; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du prof. Dr MENZBIER. Année 1895. N° 4. Moscou, 1896; 1 vol. in-8°.

Commission de Géologie du Canada. Rapport annuel. Nouvelle série, volume VI. 1892-93. Ottawia, Dawson; in-8°.

Annals of the royal botanic garden Calcutta. Vol. V, part. 1 et 2, Vol. VI-VII; 4 vol. in-4°.

Results of meridian observations of stars made at the Royal Observatory Cape of Good Hope, in the years 1888 *and* 1889, 1890 *and* 1891. London, Darling and Son, 1895; 2 vol. in-4°.

Astronomical, magnetical and meteorological observations made at the Royal Observatory Greenwich, in the year 1893, under the direction of W.-H.-M. Christie, M. A., F. R. S., Astronomer royal. London, Darling and Son, 1896; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 19 octobre 1896.)

Note de M. *E. Guyou,* Détermination des éléments magnétiques en mer, etc. :

Page 582, ligne 17, *au lieu de* $a - b$, *lisez* $d - b$.
» » dernière ligne, *au lieu de* $-\mathcal{D}\sin\theta\cos\theta$, *lisez* $+\mathcal{D}\sin\theta\cos\theta$.
» 583, ligne 6 en bas, *au lieu de* ΔD, *lisez* $\Delta\mathcal{D}$.
» 585, ligne 13, *au lieu de* 0,0727, *lisez* 0,0722.
» » » 17, *au lieu de* D, *lisez* $\mathcal{D}$.
» » » 17, *au lieu de* 9,0408, *lisez* 0,0408.
» » » 18, *au lieu de* E, *lisez* $\mathcal{E}$.
» » » 20, *au lieu de* 0,0083, *lisez* 0,0003.
» » » 24, *au lieu de* 0,004, *lisez* 0,003.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 NOVEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la désagrégation des comètes.* Note de M. O. CALLANDREAU.

« Notre regretté Confrère, M. Tisserand, a exposé, dans le Tome IV de son *Traité de Mécanique céleste,* l'état de nos connaissances sur ce sujet. M. Schiaparelli a, le premier, établi la possibilité d'une désagrégation; MM. Charlier et Luc Picart ont repris la question d'une manière plus rigoureuse, en supposant toutefois circulaire l'orbite décrite par l'essaim. La question se complique quand l'essaim décrit une ellipse.

» En conservant les notations de M. Tisserand, c'est-à-dire en désignant par e l'excentricité de l'ellipse, supposée petite, et par μ un rapport qui dépend de la densité de l'essaim, et que l'on peut supposer $> \frac{1}{2}e^2$, on trouve que la stabilité du mouvement d'une particule supposée intérieure à l'essaim exige que l'on ait

$$\mu > 3 + 5e^2.$$

» La désagrégation d'un essaim dépend donc à la fois de sa densité et aussi de la nature de la trajectoire décrite; elle est plus marquée dans une orbite allongée.

» Les détails du calcul trouveront leur place dans le *Bulletin astronomique.* »

NAVIGATION. — *Horizon gyroscopique de l'*amiral Fleuriais; par M. E. Guyou.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie l'introduction, dans la pratique de la navigation, d'un instrument nouveau appelé à rendre de très grands services. Cet instrument, l'*horizon gyroscopique*, est destiné à suppléer à l'horizon de la mer pour la mesure des hauteurs des astres, par temps de brume ou la nuit. Il a été imaginé par l'amiral Fleuriais, qui a consacré à son étude les dix dernières années de sa vie. Le regretté officier général, désigné pour prendre, en juillet 1895, le commandement de la division navale de l'Atlantique, avait poussé plus activement ses études, de manière à expérimenter définitivement lui-même son instrument à la mer. La mort vint le frapper au moment même où il allait hisser son pavillon de commandement. Les expériences qu'il comptait faire ont été exécutées par le lieutenant de vaisseau Schwerer, sur le *Dubourdieu* et sur la *Drôme;* les résultats obtenus ont montré, d'une manière indiscutable, que l'instrument réunissait toutes les qualités nécessaires à un instrument de navigation.

» On sait que l'axe d'un gyroscope suspendu par un point voisin de son centre de gravité et animé d'un mouvement rapide de rotation décrit lentement un cône de précession autour de la verticale. Par suite, si l'on place le point de suspension dans le vertical d'un astre, il suffit de mesurer l'angle maximum et l'angle minimum formés par la direction de l'astre avec l'axe du gyroscope pour obtenir, par la moyenne, sa distance zénithale. Cet instrument fournit donc une verticale, comme les pendules, mais on démontre que, pour que ces derniers instruments soient peu troublés par les mouvements du navire, il faut que leur période d'oscillation soit considérable, au moins cinquante à soixante secondes, condition pratiquement irréalisable pour le problème considéré. Tandis que, pour obtenir une stabilité suffisante dans la verticale du gyroscope, il suffit de lui donner une précession très lente. Ce résultat peut être atteint avec un appareil assez léger et de dimensions assez réduites pour être adapté au sextant.

» Le problème était néanmoins d'une extrême difficulté; l'amiral Fleuriais l'a résolu d'une manière très remarquable.

» Un système de lentilles adapté au gyroscope fait apercevoir à l'observateur un trait horizontal, qui, à la collimation près, représente la trace sur la voûte céleste d'un plan perpendiculaire à l'axe de rotation. Dans le cours d'un tour de précession, ce trait oscille au-dessus et au-dessous de l'horizon d'un angle égal à celui du cône décrit. L'observateur n'a donc qu'à mesurer par rapport à ce trait, comme il le fait pour l'horizon de la mer, la hauteur au moment du maximum et du minimum, pour obtenir la hauteur vraie.

» Pour obtenir la durée de rotation nécessaire à une série d'observations, il fut nécessaire de soustraire la toupie à la résistance de l'air. L'amiral Fleuriais a placé son gyroscope dans une cage de verre contenant de l'air très raréfié. Grâce à un ensemble de dispositifs aussi simples qu'ingénieux, cette toupie, enfermée dans sa cage vide d'air, est lancée avec une vitesse considérable et, malgré la force vive intense dont elle est animée, l'observateur peut la manier sans danger de projection du pivot hors de sa crapaudine, et sans danger de rupture. Depuis près de quinze mois, un même gyroscope a été soumis, par M. Schwerer, à de nombreuses expériences à la mer et à terre ([1]), et il donne aujourd'hui des résultats aussi satisfaisants qu'au premier jour.

» La durée de la rotation (plus d'une heure sur laquelle vingt-cinq minutes sont utilisables) n'a pas diminué sensiblement. On peut donc affirmer que le gyroscope Fleuriais a largement l'endurance indispensable aux instruments de mer.

» Son utilité pratique sera considérable dans certains climats, où il arrive fréquemment qu'une nappe de brume cache l'horizon, tandis que l'on aperçoit nettement le disque du Soleil. M. Schwerer s'est trouvé dans cette situation sur la *Drôme* pendant dix jours, sur une période de vingt-sept jours, et a pu, grâce au gyroscope, continuer des opérations de sondages qui exigeaient une grande précision dans la position du navire.

» Avant de terminer, il est juste d'associer au nom de l'inventeur ceux des officiers qui l'ont aidé dans ses patientes recherches. MM. les lieutenants de vaisseau Arago, Boyer, Perrin, Schwerer et de Sugny ont expérimenté l'instrument à la mer et lui ont signalé les inconvénients que révélait la pratique.

([1]) Voir plus loin, p. 686.

» En outre, une étude théorique et expérimentale de l'instrument a été faite par le lieutenant de vaisseau Baule, dans un savant Mémoire publié par la *Revue maritime*, en 1890; c'est en suivant les indications théoriques de M. Baule et les indications pratiques des officiers que j'ai cités plus haut, et avec le concours de deux artistes habiles, M. Hurlimann, puis M. Desmichel, que le regretté amiral est parvenu à donner à son instrument la perfection qu'il a atteint. C'est M. Baule qui a fait connaître la loi du redressement de l'axe sous l'influence des frottements du pivot, et qui a donné le moyen d'en tenir compte dans les observations; c'est lui également qui a montré que, par l'effet de la rotation de la Terre, la verticale du cône de précession est inclinée sur la verticale de la gravité d'un angle proportionnel aux cosinus de la latitude et qui atteint 5′ à l'équateur avec le modèle en usage. Cet effet se constate aisément en mesurant avec le gyroscope, dans le nord ou dans le sud, les hauteurs d'objets dont la hauteur vraie est bien connue.

» Il est intéressant de constater que le gyroscope Fleuriais fournit ainsi un moyen très simple de mettre en évidence les effets de la rotation de la Terre. »

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Nouvelles recherches sur les tubercules des Légumineuses;* par M. Ch. Naudin.

« La richesse des Légumineuses en matières azotées, même lorsqu'elles croissent sur des sols entièrement dépourvus de débris organiques, est un problème qui, depuis une cinquantaine d'années, a beaucoup occupé les physiologistes et les chimistes. On connaît les travaux de Boussingault et ceux de M. Georges Ville, tous deux différents d'opinion sur les sources où ces plantes puisent leur azote. Plus récemment, les découvertes d'Hellriegel, de Wilfarth et de plusieurs autres observateurs qui ont marché sur leurs traces, ont changé le cours des idées, et le dogme actuel, qui n'est cependant pas universellement accepté, est que les Légumineuses tirent leur azote des tubercules ou nodosités qu'on voit se former sur leurs racines et qui seraient les laboratoires où s'effectueraient les combinaisons d'azote libre, devenu par là assimilable par les plantes. Ces combinaisons seraient d'ailleurs le résultat du travail de bactéries logées dans les tubercules et vivant en symbiose avec la plante hospitante, comme les gonidies dans le tissu des Lichens ou le gui sur le pommier, avec cette différence

que, dans ce dernier exemple, la symbiose se réduit à un simple parasitisme, profitable au gui, nuisible au pommier. Nous verrons plus loin que la symbiose des bactéries avec les Légumineuses confine, dans certains cas, avec le parasitisme proprement dit.

» Dans ces derniers temps, les microbiologistes, tant en Europe qu'en Amérique, se sont beaucoup occupés des tubercules des Légumineuses et de leur contenu. Pour les uns, à la tête desquels il faut compter deux éminents agriculteurs allemands, MM. Nobbe et Hiltner, la bactérie fixatrice d'azote, qu'ils nomment *Bacterium Beyerinckii*, du nom de celui qui l'a découverte, appartiendrait à une seule et même espèce, mais très variable et modifiée dans ses aptitudes par les espèces de Légumineuses sur lesquelles elle a longtemps vécu, et cela à tel point qu'elle n'a de prise que sur ces espèces, ou du moins sur des espèces congénères et très voisines, restant inerte et dormante dans la terre jusqu'à ce que le hasard les mette en contact avec l'espèce de Légumineuse qui lui convient. Pour d'autres observateurs, et notamment pour M. Schneider, professeur à l'Université de Minnéapolis aux États-Unis, les bactéries, ou corps bactériformes, seraient les spores de Champignons schizomycètes appartenant au moins à six espèces, qu'il range dans le genre *Rhizobium*. Bien d'autres opinions se sont produites, mais le sujet est si obscur et son étude si peu avancée qu'il nous suffira, pour le moment, d'observer les formes diverses des tubercules radicaux et leurs rapports avec les Légumineuses, surtout en ce qui concerne la culture de ces dernières.

» On a dit, et l'on s'est efforcé d'apporter des preuves à l'appui, que toutes les Légumineuses, au moins les Légumineuses papilionacées, sont tellement sous la dépendance des bactéries qu'elles ne peuvent vivre sans elles et que, si ces bactéries leur manquent, elles dépérissent dès qu'elles ont épuisé la faible dose d'azote contenu dans leurs graines. Si nous rapprochons cette doctrine des affirmations de MM. Nobbe et Hiltner, il en résulterait qu'une Papilionacée quelconque ne pourrait être cultivée avec succès que là où la terre contiendrait les bactéries que la même Papilionacée y aurait introduites dans des cultures antérieures. De là, la recommandation d'ajouter à la terre où l'on se propose de cultiver une Légumineuse fourragère ou autre une certaine quantité de terre bactérisée par une culture précédente de la même espèce, c'est-à-dire une sorte d'inoculation du terrain.

» Je regrette de le dire : cette ingénieuse théorie me paraît incompatible avec ce qu'une longue expérience nous a appris. De tout temps, les culti-

vateurs ont semé du trèfle, de la luzerne, des lupins, du sainfoin, des fèves, des pois, etc. avant de connaître le rôle attribué aux bactéries de la terre, et toujours avec succès quand la composition minéralogique du sol et le climat n'y mettaient point obstacle. La pratique plus moderne des horticulteurs et des acclimateurs n'est pas moins significative. Par leurs soins, nos jardins et nos champs se sont enrichis d'une multitude de Légumineuses exotiques qui ne pouvaient pas trouver dans la terre les bactéries à leur convenance, puisqu'elles appartiennent à des genres botaniques sans analogies prochaines avec nos espèces indigènes. La liste en serait longue; il suffira de rappeler quelques-uns des arbres étrangers devenus vulgaires chez nous, les *Robinia,* le *Gymnocladus,* les *Wistaria,* le *Cladrastis,* les *Sophora* de l'Asie et de l'Amérique, les *Cercis,* et cette quantité d'arbrisseaux, d'arbustes et de plantes herbacées de simple agrément, de récente introduction, dont le nombre s'accroît tous les ans. Les observations et les expériences dont il me reste à parler ne laisseront, je crois, aucun doute sur le peu d'importance des tubercules des Légumineuses au point de vue de leur culture.

» Ces recherches m'ont occupé pendant les deux années 1895 et 1896, et elles ont été faites dans deux localités différentes : l'établissement de la Villa-Thuret, où la terre, depuis longtemps cultivée en jardin, a reçu de nombreuses fumures, et une propriété nommée les *Rastines,* à 3^{km} d'Antibes, et située sur le flanc méridional d'un coteau très pierreux. C'était une vieille olivette, très négligée depuis fort longtemps et, pour ainsi dire, laissée à l'inculture. Les oliviers ont été enlevés, et le terrain, défoncé à 1^m, s'est bientôt recouvert d'une vigoureuse végétation indigène, comprenant la plupart des Légumineuses de la région, parmi lesquelles dominaient les *Psoralea bituminosa, Scorpiurus subvillosus, Anthyllis tetraphylla, Coronilla scorpioides,* divers *Trifolium, Medicago, Lotus, Ononis,* etc. Presque toutes ces plantes, enlevées du sol avec les précautions convenables, se sont montrées ou tout à fait indemnes de tubercules radicaux ou n'en ayant qu'un très petit nombre, souvent réduit à un ou deux. Cette terre, en quelque sorte neuve, est, en somme, peu favorable au développement des tubercules sur les Légumineuses indigènes, et elle a exercé la même influence sur les Légumineuses exotiques cultivées là pour la première fois, telles que les Arachides, les Sullas d'Algérie (*Hedysarum coronarium, H. pallidum*), trois *Dolichos* indéterminés de la Chine et quelques autres Légumineuses dont l'espèce n'a pas été suffisamment reconnue. La terre de la Villa-Thuret s'est montrée plus favorable à la production des tuber-

cules sur les mêmes plantes, ce qui permet de supposer qu'elle était mieux approvisionnée de bactéries que celle des Rastines. Dans tous les cas, les plantes, avec ou sans tubercules, ont été également vigoureuses et productives dans les deux localités, ou, s'il y avait quelque différence, elle était en faveur de la terre des Rastines.

» Les expériences proprement dites ont porté sur plusieurs centaines de Légumineuses tant indigènes qu'exotiques, appartenant aux genres *Pisum, Phaseolus, Faba, Ervum, Cicer, Lupinus, Astragalus, Arachis, Trifolium, Trigonella, Medicago, Coronilla, Desmodium, Tetragonolobus, Cassia, Soja, Psoralea, Cytisus, Ceratonia, Acacia, Inga*. Elles ont consisté dans la stérilisation de la terre par un ébouillantage prolongé pendant plusieurs heures, dans le but de détruire les bactéries et autres microbes qu'elle pouvait contenir. On a fait aussi des mélanges, pareillement ébouillantés, de terre ordinaire, de sable quartzeux et de cendres de bois. Les terres et composts ainsi préparés ont servi à remplir des pots de jardin de diverses grandeurs; en même temps des pots semblables, contenant de la terre normale, ont été réservés pour servir de témoins. Ceci fait, on a semé dans ces pots les Légumineuses qu'il s'agissait d'observer, aux mêmes époques et dans les mêmes conditions d'éclairage solaire et d'arrosages.

» Presque tous ces essais ont réussi, et je dois dire, dès à présent, que les graines semées en terre ébouillantée ont souvent germé d'un à cinq ou six jours plus tôt qu'en terre normale, et que les plantes y ont été plus fortes, plus vertes et plus hâtives à fleurir et à produire des graines. Le fait a été surtout frappant sur les Arachides et le Soja de la Chine. Il l'a été moins sur d'autres Légumineuses, qui cependant marquaient une petite avance sur leurs similaires de la terre normale en pots ou en pleine terre.

» L'espace me manquerait ici pour donner le détail de ces expériences; je le réserve pour un Mémoire particulier; mais, dès à présent je tiens à faire savoir que, si la plupart des plantes cultivées en terre stérilisée ont été totalement indemnes de tubercules radicaux, il s'en est aussi trouvé quelques-unes qui en étaient plus ou moins abondamment pourvues. Je ne vois qu'une manière de l'expliquer : c'est d'admettre que les germes du Champignon (bactéries, spores ou mycélium) étaient déjà contenus dans la graine ou dans ses enveloppes, comme les germes de la pébrine le sont dans les œufs du ver à soie, propageant ainsi la maladie d'une génération à la suivante. On ne peut guère supposer, en effet, que les bactéries contenues dans la terre aient pu survivre à une ébullition prolongée.

» La forme et la grosseur des tubercules sont à considérer, et quand on voit combien il y a de variétés sous ce rapport, dans la série des Légumineuses, il est bien difficile de rapporter toutes ces productions à une seule espèce. Tantôt, et c'est le cas le plus fréquent, ces tubercules sont sphériques ou sphériques-déprimés; tantôt ils sont ovoïdes, oblongs, cylindriques, sessiles ou pédicellés, lisses ou finement muriqués. Sur certaines Légumineuses, ils sont creusés de sillons longitudinaux; sur d'autres ils sont lobés à leur sommet ou aplatis en lamelles divergentes et formant rosace; quelquefois aussi, on les trouve agrégés sur un même point comme par une sorte de ramification et présentant la forme d'une framboise, ou confluents et donnant lieu à de grosses et longues boursouflures des racines. Quant à leur grosseur, elle n'est pas moins variable que leur figure.

» Il y a des Légumineuses sur lesquelles ils atteignent à peine au volume d'une très petite tête d'épingle (soit un demi-millimètre); sur d'autres, ils arrivent à la grosseur d'un pois ou d'une petite cerise. Suivant les cas, on les trouve dispersés sur la racine principale et sur les radicelles ou rapprochés en forme de chapelet. Jamais je n'en ai trouvé au-dessus du collet de la plante.

» Leur durée est limitée à celle de la végétation de la Légumineuse hospitante. Arrivés à maturité, ils se ramollissent et se décomposent, abandonnant dans le sol leur contenu, dont la nature varie suivant leur âge. Dans leur jeunesse on n'y trouve que des grains de fécule de diverses grosseurs; lorsqu'ils ont atteint leur maturité, le microscope, sous des grossissements de 500 à 600 diamètres, y montre une immense quantité de corpuscules très petits, de même forme ovoïde et de même grosseur, tantôt immobiles, tantôt animés d'un fourmillement assez vif qu'on ne peut pas confondre avec le mouvement brownien. Ce sont les bactéries proprement dites, et vraisemblablement les spores du Champignon parasite.

» Comment, quand et par quelle voie ces germes pénètrent-ils dans les Légumineuses? Selon toute probabilité, c'est au moment même de la germination de la graine. Les germes du parasite, arrivés au contact des cotylédons et de la tigelle naissante, s'y développent et envoient leur mycélium, toujours descendant, dans la racine principale, puis dans ses divisions, se nourrissant des sucs de la plante infectée et finalement donnant naissance aux tubercules, qui sont leur fructification. Ce qui m'amène à faire cette hypothèse, c'est que les premières tubérosités, au moins dans beaucoup de Légumineuses annuelles, se montrent de très bonne heure, quand la plante n'a encore que ses cotylédons et deux ou trois feuilles développées.

Je regarde donc comme à peu près démontré que le Champignon vit aux dépens de la Légumineuse hospitante, et comme fort douteux que celle-ci en reçoive quelque profit. Le plus souvent elle n'en souffre pas; cependant j'ai trouvé des Acacias australiens en train de périr, dont les racines étaient criblées de tubérosités. Était-ce une simple concomitance ou le résultat de l'exubérance du parasite? Je ne me prononce pas sur ce point, me contentant de signaler le fait, dont l'explication est encore à chercher.

» Ce qui, dans tous les cas, est certain, c'est qu'un grand nombre de Légumineuses sont réfractaires à l'infection, que d'autres s'y montrent indifférentes, restant indemnes ou produisant des tubercules suivant les circonstances, ainsi que l'a démontré M. le Dr Clos, à la suite d'observations multipliées [1].

» De ce que je crois peu à l'influence bienfaisante des bactéries sur les Légumineuses, je n'en conclus pas qu'elles ne puissent, par l'azote qu'elles contiennent, contribuer à l'amélioration du terrain. Ce qu'elles y laissent, en se décomposant, s'ajoute aux débris des Légumineuses elles-mêmes, racines, tiges, feuilles, inflorescences, etc. Il résulte de cette accumulation une sorte d'engrais bien connu des cultivateurs, et qui peut servir à amender des terres peu fertiles. Il n'en reste pas moins que l'abondance des produits albuminoïdes dans les Légumineuses attend encore son explication ; mais, pour ma part, je suis très porté à l'attribuer au protoplasma de ces plantes, qui serait particulièrement doué de la propriété d'absorber l'azote libre, comme aussi l'azote combiné d'origine météorique, sous l'influence de l'effluve électrique, dont M. Berthelot a déjà démontré, il y a vingt ans, l'action puissante sur la végétation. On relira avec profit les deux Communications qu'il a faites sur ce sujet à l'Académie des Sciences dans les *Comptes rendus,* juin 1876, p. 1283, et octobre, même année, p. 677. »

ZOOLOGIE. — *Note de M.* **Edmond Perrier**, *accompagnant la présentation du quatrième fascicule de son « Traité de Zoologie ».*

« Le quatrième fascicule du *Traité de Zoologie*, que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, est une histoire anatomique, embryogénique et

(1) *Revision des tubercules et des tuberculoïdes des Légumineuses* (*Mémoires de l'Académie des Sciences et Belles-Lettres de Toulouse,* année 1893, et *Comptes rendus,* n° 9, p. 407, août 1896).

taxonomique des Vers et des Mollusques, que j'ai cherché à rendre complète. Comme dans les précédents fascicules, tous les genres sont différenciés par des caractères comparables et si, pour ne pas trop augmenter l'étendue de l'Ouvrage, j'ai dû négliger un certain nombre de genres exotiques secondaires, j'ai tâché de ne laisser de côté aucun genre européen.

» L'application des principes développés dans mon livre *Les Colonies animales* a introduit, dans l'exposé de l'organisation du groupe si disparate en apparence des VERS, un ordre et une continuité qui permettent de rattacher à un mécanisme très simple et aux conséquences nécessaires d'un genre d'existence déterminé, la formation des classes réunies dans cette grande division du Règne animal.

» En premier lieu, j'ai été conduit à scinder en deux l'ancien embranchement des Vers, à isoler des autres les formes à cuticule chitineuse épaisse, à téguments et parois internes dépourvus de cils vibratils, à spermatozoïdes sans queue ondulante. Tous ces caractères se retrouvent, en effet, chez les Arthropodes, jamais chez les Vers proprement dits. Si l'on considère maintenant que le parasitisme est, chez les Arthropodes, constamment corrélatif de la coalescence des segments du corps, de la réduction ou de la disparition des membres et des organes des sens, que ces dégradations ont justement pour effet de faire ressembler aux Némathelminthes ces Arthropodes dégradés, si bien que Cuvier ne faisait de tous ces animaux qu'un seul ordre, celui des *Intestinaux cavitaires,* on est conduit à voir réellement, dans les Némathelminthes des Arthropodes dégradés au maximum, par le parasitisme.

» Les Arthropodes et les Némathelminthes peuvent être considérés comme deux sous-embranchements d'un même embranchement, dit des CHITINOPHORES.

» Le sous-embranchement des NÉMATHELMINTHES comprend les classes des *Echinodérides*, des *Acanthocéphales*, des *Gordiacés*, des *Desmoscolécides*, des *Nématoïdes* et des *Chétognathes.* De ce point de vue apparaît clairement l'ordre dans lequel doivent être disposés les genres si nombreux des Nématoïdes; les formes les moins altérées sont celles où la métaméridation est encore apparente; elles doivent être placées en tête de la classe. Les Nématoïdes libres sont des formes modifiées par le parasitisme que nous avons groupées en familles, d'après la structure de leur bouche et qui, changeant d'habitat, ont recouvré quelques organes, tels que les yeux, sans revenir à leur forme primitive.

» Une fois les Némathelminthes rattachés aux Arthropodes, tous les

autres animaux forment une série remarquablement continue et qui s'élève par degrés depuis les Rotifères microscopiques jusqu'aux Vertébrés inclusivement. C'est la série des NÉPHRIDIÉS. Dans cette série, les formes inférieures qui naissent souvent à l'état de simple trochosphère à peine différentes des Rotifères, forment une première légion, celle des TROCHOZOAIRES (Roule); les formes supérieures à système nerveux très développé, situé dorsalement, supporté par une corde dorsale formant une seconde légion, celle des PHANÉROCHORDES qui ne comprend que l'*Amphioxus*, les *Tuniciers* et les *Vertébrés* proprement dits. Le double caractère de présenter une forme larvaire voisine de la trochosphère et de n'avoir qu'un système nerveux rudimentaire nous a déterminé à laisser les *Entéropneustes* parmi les Trochozoaires où ils constituent un sous-embranchement des Vers.

» Les TROCHOZOAIRES sont répartis en trois embranchements : les LOPHOSTOMÉS, les VERS et les MOLLUSQUES. Dans le premier sont réunies des formes qui à leur caractère de Néphridiés joignent celui d'attirer vers leur bouche les matières alimentaires au moyen d'organes ciliés, ce qui leur permet de se fixer au moins momentanément; leur corps est formé d'un très petit nombre de mérides ou de mérides disposés en arborescences : ce sont les *Rotifères*, les *Bryozoaires* et les *Brachiopodes*.

» L'embranchement des Vers comprend quatre sous-embranchements : ceux des MONOMÉRIDES, des VERS ANNELÉS, des VERS PLATS ou PLATYHELMINTHES et des ENTÉROPNEUSTES. Je me suis efforcé de mettre nettement en relief les liens qui unissent entre eux ces trois sous-embranchements séparés d'ordinaire d'une manière si complète par les naturalistes que l'on a voulu voir récemment dans les Vers plats tantôt une série absolument isolée, tantôt des animaux dérivés des Polypes ou même des Méduses, tandis que des Entéropneustes on faisait, en quelque sorte, des Sous-Vertébrés.

» Les Monomérides ne sont guère encore que des Rotifères qui se meuvent et se nourrissent à la façon des Vers; ils ne comprennent que la classe des Gastérotintes (*Chætonotus*, *Ichthydium*, etc.).

» Les Vers annelés sont divisés en trois *classes* : les *Polychètes*, les *Oligochètes* ou *Lombriciens*, aujourd'hui presque aussi nombreux que les *Polychètes*, et les *Hirudinées* ou *Sangsues*. Je signale les rapports étroits qui par les *Polytoreutinæ* d'une part et les *Branchiobdellés* de l'autre s'établissent entre les Oligochètes et les Hirudinées. Un des caractères les plus frappants de ces dernières est le mode de division de leur corps en segments étendus (*Zoïdes*), recoupés en segments secondaires (*Mérides*), n'intéressant que la paroi du corps; aucune explication n'avait été donnée de cette double

métaméridation; je montre les ressemblances étroites qu'elle présente avec la métaméridation d'un Oligochète ou d'un Polychète en voie de gemmation telle qu'une *Naïs* ou une *Myrianis*.

» La tendance à l'oblitération de la cavité générale, le semi-parasitisme des Hirudinées et leur mode d'adhérence aux corps étrangers à l'aide de ventouses fait évidemment penser à une parenté de ces animaux avec les Trématodes; on a cherché récemment à faire prévaloir d'autres idées; mais en disposant les Trématodes en série, à partir des formes ectoparasites, on voit que si la forme du corps se simplifie à mesure que le parasitisme s'accentue au point que l'on pourrait prendre les Trématodes endoparasites pour les formes primitives, au contraire, les organes génitaux internes se compliquent extraordinairement; en même temps les phénomènes de reproduction s'accélèrent si bien que l'animal devient d'abord parthénogénétique, puisqu'il produit des embryons internes, qui n'arrivent même pas à leur complet développement et sont capables, après s'être simplement ébauchés, de produire des embryons nouveaux; ces générations parthénogénétiques successives peuvent émigrer et devenir fécondes à une période plus précoce ou plus avancée de leur développement; c'est l'explication de ces formes de *sporocystes*, de *rédies* et de *cercaires* qui se succèdent dans l'évolution des Distomides.

» L'ensemble de ces faits ne permet pas de douter que les *Trématodes endoparasites* ou *digénètes,* descendent des *Trématodes ectoparasites* ou *monogénètes;* or, parmi ceux-ci, les formes métaméridées, même intérieurement, ne sont pas rares (*Dactylocotyle*, etc.), et présentent d'assez nombreux traits d'organisation qui les rattachent nettement aux Vers annelés. Il est donc d'autant moins nécessaire de chercher ailleurs leur origine que toute l'histoire si singulière de la reproduction des Trématodes devient ainsi d'une grande clarté. Celle des Cestoïdes n'est pas moins claire, quand on prend pour point de départ les *Caryophyllœus*, qui sont presque encore des Trématodes et l'*Archigetes*, qui permet d'établir irréfutablement que ce qu'on appelle vulgairement la tête de Ténia, correspond morphologiquement à l'extrémité postérieure des autres Vers. D'autre part, à partir des *Ligulidœ*, on peut suivre pas à pas toute l'histoire des transformations graduelles des formes d'attente ou *métacestodes* dans la série des Vers rubannés et montrer comment ces formes d'attente, d'abord à peine modifiées comme si le Ver s'était simplement égaré dans les tissus de son hôte, prennent peu à peu des caractères d'adaptation de plus en plus accusés. La succession de ces formes peut être ainsi établie: 1° *Ligules*

agames; 2° *Plérocercoïdes* des *Bothriocéphales;* 3° *Anthocéphales* des *Tétrarhynques;* 4° *Cysticercoïdes* des *Dipylidium;* 5° *Urocystes* et *Staphylocystes* de certains *Hymenolepis;* 6° *Cysticerques;* 7° *Cœnures;* 8° *Echinocoques.*

» Les Turbellariés se relient manifestement aux Trématodes dont ils peuvent être considérés comme des formes redevenues libres et entrées de ce chef dans une voie nouvelle de modifications; il suit de là que les formes primitives de ces animaux sont celles dont l'organisation se rapproche le plus des Vers annelés (Prosthiomidæ, Procerodidæ). Il en est de même pour les Némertiens, et il est à remarquer que les formes les plus métamérides sont justement celles dont l'embryogénie présente des complications inexplicables dans l'hypothèse que ces Vers seraient des formes primitives ou dériveraient de formes analogues à elles-mêmes dont le développement direct n'aurait eu aucune raison de se compliquer. Les Trématodes et les Turbellariés d'une part, les Némertiens de l'autre, forment donc des séries régressives comme celle des Némathelminthes et se trouvent faire suite à la série progressive des Vers annelés.

» Enfin, les travaux comparatifs accomplis sur les Mollusques, suivant un même plan par mes élèves MM. Bouvier, Félix Bernard, Rémy Perrier, Ménégaux et Amaudrut, m'ont permis de coordonner rigoureusement les travaux de leurs devanciers et de leurs émules et de présenter l'histoire morphologique et taxonomique des Mollusques, sous une forme qui laisse apparaître comment ces animaux aujourd'hui si nombreux et si variés ont pu dériver de la souche très ancienne des Gastéropodes diotocardes. Je me suis efforcé, dans la classification des Mollusques, de faire toujours marcher de pair les données anatomiques fournies à tour de rôle par tous les organes et les indications de la Paléontologie.

» Ce quatrième fascicule complète l'histoire des animaux sans vertèbres. Le cinquième et dernier fascicule sera consacré à l'histoire des Vertébrés et des Tuniciers qui n'en sont qu'une dégradation »

M. **Duclaux** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « Pasteur, histoire d'un esprit ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission centrale administrative, en remplacement de MM. *Fizeau* et *Daubrée*.

MM. **Bornet** et **Darboux** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission du contrôle de la circulation monétaire, au Ministère des Finances.

MM. **Troost** et **Schützenberger** réunissent la majorité des suffrages.

En raison des vides produits par la mort de MM. *Daubrée* et *Fizeau* dans les Commissions nommées pour juger les divers concours de l'année 1896, MM. **Faye** et **Milne-Edwards** sont désignés pour faire partie des Commissions des prix Jérôme Ponti et Saintour.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Tarry** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire : « Sur la production des inondations ».

(Commissaires : MM. Mascart, Duclaux.)

M. **A. Baudouin** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Des causes de l'attraction universelle; l'éther et la loi de gravitation ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Cornu, Mascart, d'Arsonval.)

M. **Marcellin Langlois** soumet au jugement de l'Académie un septième Mémoire intitulé « Tension superficielle, son rôle fondamental dans les

phénomènes chimiques, son origine. Membranes moléculaires. Déterminations numériques ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Friedel, Sarrau, Potier.)

M. **Clère** adresse un Mémoire intitulé : « Histoire des organismes », formant la seconde Partie de son travail *Sur les origines*.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Faye, Poincaré.)

M. **Triboulet** adresse une Note relative aux satellites qu'il attribue à la planète Vénus.

(Commissaires : MM. Faye, Janssen, Wolf.)

M. **Bougon** adresse une Note relative aux trombes.

(Commissaires : MM. Faye, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui adresser une liste de deux candidats pour les fonctions de Directeur de l'Observatoire de Paris, vacantes par suite du décès de M. *Tisserand*.

(Renvoi aux cinq Sections des Sciences mathématiques.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure de M. *Maurice d'Ocagne* ayant pour titre : « Application générale de la Nomographie au calcul des profils de remblai et déblai ».

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des surfaces.* Note de M. **Paul Staeckel**, présentée par M. Darboux.

« Soient $S_1(x_1, y_1, z_1)$ et $S_2(x_2, y_2, z_2)$ deux surfaces applicables l'une à l'autre; soient $p =$ const. et $q =$ const. les équations du système con-

jugué commun à S_1 et S_2, et

$$ds^2 = dx_1^2 + dy_1^2 + dz_1^2 = dx_2^2 + dy_2^2 + dz_2^2 = \mathrm{E}\,dp^2 + 2\mathrm{F}\,dp\,dq + \mathrm{G}\,dq^2;$$

soient enfin P et Q deux fonctions de p et q qui satisfont aux équations différentielles

$$(1) \qquad \frac{\partial \mathrm{P}}{\partial q} + \left\{ {12 \atop 1} \right\} (\mathrm{P} - \mathrm{Q}) = 0, \qquad \frac{\partial \mathrm{Q}}{\partial p} + \left\{ {12 \atop 2} \right\} (\mathrm{Q} - \mathrm{P}) = 0,$$

alors les équations

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} d\xi_1 &= \mathrm{P}\frac{\partial x_1}{\partial p}dp + \mathrm{Q}\frac{\partial x_1}{\partial q}dq, & d\xi_2 &= \mathrm{P}\frac{\partial x_2}{\partial p}dp + \mathrm{Q}\frac{\partial x_2}{\partial q}dq, \\ d\eta_1 &= \mathrm{P}\frac{\partial y_1}{\partial p}dp + \mathrm{Q}\frac{\partial y_1}{\partial q}dq, & d\eta_2 &= \mathrm{P}\frac{\partial y_2}{\partial p}dp + \mathrm{Q}\frac{\partial y_2}{\partial q}dq, \\ d\zeta_1 &= \mathrm{P}\frac{\partial z_1}{\partial p}dp + \mathrm{Q}\frac{\partial z_1}{\partial q}dq, & d\zeta_2 &= \mathrm{P}\frac{\partial z_2}{\partial p}dp + \mathrm{Q}\frac{\partial z_2}{\partial q}dq \end{aligned} \right.$$

définissent deux surfaces $\Sigma_1(\xi_1, \eta_1, \zeta_1)$ et $\Sigma_2(\xi_2, \eta_2, \zeta_2)$ qui sont elles-mêmes applicables l'une à l'autre.

» Faisons usage de ce théorème qu'on doit au géomètre russe *K. Peterson* (*Matematitcheskyi Sbornik,* Moscou; 1866) en considérant les hélicoïdes qui sont applicables à l'*alysséide*. Dans ce cas, on a (Darboux, *Leçons,* Livre I, Chap. IX)

$$ds^2 = du^2 + (u^2 + 1)\,dv^2,$$

$$x = a\sqrt{u^2 + 1 - b^2}\cos\frac{v - \varphi(u)}{a},$$

$$y = a\sqrt{u^2 + 1 - b^2}\sin\frac{v - \varphi(u)}{a},$$

$$z = \psi(u) + bv,$$

$$\varphi(u) = \int \sqrt{\frac{(1 - a^2)u^2 + 1 - b^2}{u^2 + 1}}\,\frac{du}{u^2 + 1 - b^2},$$

$$\psi(u) = \int \sqrt{\frac{(1 - a^2)u^2 + 1 - b^2}{u^2 + 1}}\,du.$$

» Soit

$$a^2 = \frac{b^2 - k^2}{1 - k^2}.$$

Alors les ∞^1 hélicoïdes, qui correspondent à la même valeur de k, sont applicables l'une à l'autre en conservant le système conjugué $p = \text{const.}$ et

$q =$ const., qui est défini par les équations

$$u = \sqrt{1-k^2}\,\frac{\operatorname{sn}(p+q,k)}{\operatorname{cn}(p+q,k)}, \qquad v = k(p-q),$$

et l'élément linéaire est donné par l'équation

$$ds^2 = \frac{\operatorname{dn}^2(p+q,k)}{\operatorname{cn}^2(p+q,k)}\left[\frac{\operatorname{dn}^2(p+q,k)}{\operatorname{cn}^2(p+q,k)}(dp+dq)^2 - 4k^2\,dp\,dq\right].$$

» En calculant $\left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\}$ et $\left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\}$, on trouve

$$\left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\} = -\frac{d\log\operatorname{cn}(p+q,k)}{d(p+q)}.$$

» Quand on a

$$\left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\},$$

on peut remplacer les équations (2) par l'équation

$$(3) \qquad \frac{\partial^2\Omega}{\partial p\,\partial q} - \left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\}\left(\frac{\partial\Omega}{\partial p} + \frac{\partial\Omega}{\partial q}\right) = 0.$$

» En effet, soit H une solution particulière de (3), en posant

$$\mathrm{P} = \frac{\partial\Omega}{\partial p} : \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial p}, \qquad \mathrm{Q} = \frac{\partial\Omega}{\partial q} : \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial q},$$

les deux équations (1) se réduisent à l'équation (3).

» Au cas de l'alysséide, on aura

$$\mathrm{H} = \int \frac{d(p+q)}{\operatorname{cn}^2(p+q,k)}$$

et, les invariants de l'équation (3) étant égaux, on fera la substitution (Darboux, *Leçons*, t. II, p. 27)

$$\Omega = \operatorname{cn}(p+q,k)\theta,$$

qui transformera l'équation (3) dans l'*équation harmonique*

$$(4) \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial p\,\partial q} = [2k^2\operatorname{sn}^2(p+q,k) - 1]\theta,$$

dont on peut assigner une infinité de solutions particulières :

$$\theta = f(p+q)\,g(p-q)$$

en prenant pour f et g des solutions quelconques de l'équation de Lamé

$$f''(\sigma) = [2k^2 \operatorname{sn}^2(\sigma, k) + h] f(\sigma)$$

et de l'équation à coefficients constants

$$g''(\tau) = (h + 1) g(\tau),$$

où h désigne une constante quelconque.

» Donc on a le théorème : *A chaque solution de l'équation* (4) *on peut faire correspondre par des seules quadratures une famille de* ∞^1 *surfaces applicables l'une à l'autre.*

» Les ∞^1 surfaces d'une famille définie par l'équation (4) ont des propriétés intéressantes :

» 1° En se déformant elles conservent le même système conjugué;

» 2° Ces lignes conjuguées sont des géodésiques.

» Donc ces surfaces se rattachent aux recherches de MM. Cosserat, Guichard et Voss.

» Le cas limite

$$k = \infty$$

conduit à un résultat connu : aux ∞^1 hélicoïdes pour lesquels on a

$$a^2 = 1,$$

correspondent toutes les familles de *surfaces minima* applicables sur une surface minima donnée.

» Ce ne sont pas les seuls résultats auxquels conduit la méthode de Peterson, et je me réserve de revenir à ce sujet dans une autre Communication. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des équations aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Appell.

« 1. Quand on applique à une équation aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes, la méthode d'intégration de M. Darboux (*Annales de l'École Normale*, 1870), la première chose à faire consiste à rechercher s'il existe des combinaisons intégrables pour les équations différentielles des caractéristiques d'ordre supérieur. Voici, au

sujet de ces combinaisons intégrables, un certain nombre de propositions qui peuvent en faciliter la recherche.

» L'équation du second ordre étant mise sous la forme

$$(1) \qquad r + f(x, y, z, p, q, s, t) = 0,$$

employons la notation

$$p_{ik} = \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \partial y^k};$$

l'équation (1) et celles qu'on en déduit par des différentiations successives permettent d'exprimer toutes les dérivées partielles de la fonction inconnue au moyen des dérivées partielles p_{ik}, où l'indice i a l'une des valeurs 0, 1. Soient m, m' les deux racines de l'équation

$$(2) \qquad m^2 - \frac{\partial f}{\partial s} m + \frac{\partial f}{\partial t} = 0;$$

les équations différentielles de l'un des systèmes de caractéristiques d'ordre n sont les suivantes :

$$(3) \qquad \begin{cases} dy = m\,dx, \qquad dz = p_{10}\,dx + p_{01}\,dy, \\ dp_{10} = p_{20}\,dx + p_{11}\,dy, \qquad \ldots, \qquad dp_{1,n-2} = p_{2,n-2}\,dx + p_{1,n-1}\,dy, \\ dp_{01} = p_{11}\,dx + p_{02}\,dy, \qquad \ldots, \qquad dp_{0,n-1} = p_{1,n-1}\,dx + p_{0,n}\,dy, \\ \left(\frac{d^{n-1} f}{dy^{n-1}}\right) dx + dp_{1,n-1} + m'\,dp_{0,n} = 0, \end{cases}$$

le second système se déduisant du premier, en permutant m et m'. Dans ces équations, on doit supposer qu'on a exprimé toutes les dérivées partielles au moyen de $x, y, z, p_{10}, p_{11}, \ldots, p_{1,n-1}; p_{0,1}, p_{0,2}, \ldots, p_{0,n}$, $\left(\frac{d^{n-1} f}{dy^{n-1}}\right)$ désigne le résultat de $n - 1$ différentiations successives par rapport à y, abstraction faite des termes qui contiennent les dérivées d'ordre $n + 1$.

» Si des équations (3) on peut déduire une combinaison intégrable $du = 0$, nous dirons, pour abréger, que u est un *invariant* du système de caractéristiques considéré. Tout invariant doit satisfaire à un système de deux équations linéaires du premier ordre faciles à former; en faisant successivement $n = 2, 3, 4, \ldots$, on obtient une suite illimitée de systèmes d'équations linéaires, dont chacun admet toutes les solutions du précédent.

» 2. Cela posé, supposons d'abord que les deux racines m, m' de l'équation (2) soient distinctes. On a les propriétés suivantes :

» 1° Lorsque $n > 2$, *il y a au plus un invariant indépendant d'ordre* n,

c'est-à-dire que tous les invariants d'ordre n, s'il en existe, s'expriment au moyen de l'un d'entre eux et d'invariants d'ordre inférieur. Le théorème subsiste pour les invariants du second ordre, si l'équation est linéaire en $r, s, t, rt - s^2$.

» 2° Le nombre des invariants distincts d'ordre égal ou inférieur à n *est au plus égal à* $n + 1$; pour que cette limite soit atteinte, *il faut et il suffit que l'équation du second ordre possède une intégrale intermédiaire du premier ordre avec deux constantes arbitraires* $V(x, y, z, p, q, a, b) = 0$. Il y a alors trois invariants distincts du premier ou du second ordre, un du troisième ordre, un du quatrième ordre, etc.

» 3° Si u et v sont deux invariants distincts, toutes les intégrales de l'équation (1) satisfont à l'équation

$$\begin{vmatrix} \frac{du}{dx} & \frac{dv}{dx} \\ \frac{du}{dy} & \frac{dv}{dy} \end{vmatrix} = 0,$$

la valeur commune des rapports $\frac{dv}{dx} : \frac{du}{dx}$, et $\frac{dv}{dy} : \frac{du}{dy}$ *est un nouvel invariant distinct des premiers*, que nous désignerons par $\frac{dv}{du}$. De deux invariants u et v, on peut ainsi en déduire un nombre illimité.

» 4° S'il existe plus d'un invariant, on peut en choisir deux, u et v, de telle façon que *tous les invariants s'expriment au moyen de ceux qui sont compris dans la suite*

$$u, v, \quad v_1 = \frac{dv}{du}, \quad v_2 = \frac{dv_1}{du}, \quad \ldots, \quad v_{n+1} = \frac{dv_n}{du}, \quad \ldots.$$

» 3. Lorsque les deux racines m, m' de l'équation (2) sont égales, les résultats sont tout différents. Pour qu'il existe un invariant d'ordre n, $(n > 1)$, il est nécessaire que les équations linéaires auxquelles doit satisfaire cet invariant forment un système complet, et la condition pour qu'il en soit ainsi est toujours la même, quel que soit l'ordre de l'invariant. On ne trouve de cette façon que deux types d'équations du second ordre, ayant leurs deux systèmes de caractéristiques confondus, auxquelles s'applique la méthode de M. Darboux :

» 1° Les équations bien connues, qui sont réductibles à la forme $r = 0$ par une transformation de contact ;

» 2° Une classe beaucoup plus étendue d'équations que j'ai déjà étu-

diées il y a quelques années [1] et dont l'intégrale générale est représentée par un système de deux équations de la forme suivante :

$$(4)\qquad \begin{cases} F[x, y, z, a, \varphi(a), \varphi'(a), \psi(a)] = 0, \\ \dfrac{\partial F}{\partial a} + \dfrac{\partial F}{\partial \varphi(a)}\varphi'(a) + \dfrac{\partial F}{\partial \varphi'(a)}\varphi''(a) + \dfrac{\partial F}{\partial \psi(a)}\psi'(a) = 0, \end{cases}$$

où a est un paramètre variable, φ et ψ deux fonctions arbitraires.

» Ce sont, par conséquent, les seules équations du second ordre dont l'intégrale générale appartienne à la première classe d'Ampère et où les fonctions arbitraires dépendent d'un même argument. »

ARITHMÉTIQUE. — *Formes linéaires des diviseurs de $x^2 \pm A$.* Note du P. **Pepin**.

« 1. M. de Jonquières a communiqué récemment à l'Académie, une étude intéressante sur les racines primitives et secondaires des nombres premiers. Il termine cette étude par trois théorèmes d'induction, qui, ainsi que M. l'Amiral l'a remarqué dans une Note subséquente, peuvent se démontrer au moyen de la théorie des diviseurs de $x^2 - A$ exposée dans les *Disquisitiones* de Gauss. Comme il résulte du théorème de Fermat que les racines primitives d'un nombre premier p satisfont à la congruence

$$A^{\frac{p-1}{2}} \equiv -1 \pmod{p},$$

tandis que les résidus quadratiques satisfont à la congruence opposée, il est impossible que A soit racine primitive d'un diviseur premier de $x^2 - A$. Par conséquent, les formes linéaires des nombres premiers dont A est résidu quadratique ne renferment aucun nombre premier dont le nombre A soit racine primitive. On obtient les trois théorèmes de M. de Jonquières en construisant les formes linéaires des nombres premiers dont 2, 3 et 5 sont résidus quadratiques. La méthode exposée par Gauss dans les Articles indiqués repose sur son théorème fondamental, c'est-à-dire sur la loi de réciprocité de Legendre. Je me propose de démontrer les inductions de M. de Jonquières par une méthode indépendante de cette loi.

» 2. Ma démonstration repose sur ces trois théorèmes de Lagrange :

» I. *Tout diviseur* D *de la formule $p^2 + nq^2$ peut être représenté par une*

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXII; 19 mai 1891. *Acta mathematica*, t. XIX.

forme

$$\alpha x^2 + 2\beta xy + \gamma y^2 = (\alpha, \beta, \gamma),$$

dont les coefficients vérifient la condition $\alpha\gamma - \beta^2 = n$.

» II. *Toutes les formes* (α, β, γ) *qui satisfont à la condition* $\alpha\gamma - \beta^2 = n$ *se ramènent à des formes équivalentes* $(f, \pm g, h)$, *dans lesquelles* $2g$ *ne surpasse ni* f, *ni* h; *on a, par conséquent,* $g < \sqrt{\frac{\pm 4\pi}{3}}$.

» III. *Si* p *est un nombre premier et que l'on ait*

$$x^{p-1} - 1 = X\xi,$$

X *et* ξ *étant des polynomes entiers en* x, *l'un du degré* m, *l'autre du degré* n, *la congruence* $X \equiv 0$ (mod. p) *aura* m *racines, et la congruence* $\xi \equiv 0$ (mod. p) *aura* n *racines.*

» 3. *Caractères quadratiques des nombres* 2 et -2. — En appliquant le théorème II, on reconnaît que les formes (α, β, γ) qui satisfont à la condition $\alpha\gamma - \beta^2 = 2$ sont équivalentes à la forme $p^2 + 2q^2$, et celles qui vérifient l'équation $\alpha\gamma - \beta^2 = -2$, à la forme $p^2 - 2q^2$. Il résulte de là, par application du théorème I, que tout diviseur premier de $x^2 + 2$ est de la forme $p^2 + 2q^2$, et tout diviseur premier de $x^2 - 2$, de la forme $p^2 - 2q^2$. Or, si l'on réduit suivant le module 8 les deux formes $p^2 \pm 2q^2$, on trouve que les nombres impairs $p^2 + 2q^2$ sont de l'une des deux formes $8k + (1, 3)$, et les nombres impairs $p^2 + 2q^2$, de l'une des deux formes $8k + (1, 7)$. De plus, tous les nombres impairs sont compris dans la formule $8k + (1, 3, 7, 5)$. Comme la forme $8k + 5$ ne convient à aucune des formes quadratiques $p^2 \pm 2q^2$, nous concluons :

» 1° Les nombres 2 et -2 sont non-résidus quadratiques des nombres premiers $8l + 5$.

» Les nombres premiers $8k + (3, 7)$ sont nécessairement diviseurs de l'une des deux formules $x^2 \pm 2$, et non-diviseurs de l'autre. Or, la forme $8k + 7$ étant incompatible avec la forme $p^2 + 2q^2$, on conclut que tout nombre premier $8k + 7$ est non-diviseur de $x^2 + 2$; donc, il est diviseur de $x^2 - 2$. De même, tout nombre premier $8k + 3$ est non-diviseur de $x^2 - 2$, et, par conséquent, il est diviseur de $x^2 + 2$. On conclut de là :

» 2° 2 est résidu et -2 non-résidu quadratique de tout nombre premier $8k + 7$.

» 3° 2 est non-résidu et -2 résidu de tout nombre premier $8k + 3$.

» Il ne reste que la forme $8k + 1$, pour laquelle il faut démontrer qu'elle ne renferme aucun nombre premier dont 2 soit non-résidu quadratique. On y parvient par le théorème III.

» Soit $c = 8k + 1$ un nombre premier; $x^{c-1} - 1 = x^{8k} - 1$ est divisible algébriquement par $x^4 + 1$. On conclut du théorème III que la congruence

$$x^4 + 1 = (x^2 + 1)^2 - 2x^2 \equiv 0 \pmod{c}$$

admet quatre racines non équivalentes suivant le module c. Le nombre 2 est donc résidu quadratique de c. Donc :

» 4° 2 et -2 sont résidus quadratiques des nombres premiers $8k + 1$.

» On voit par là que 2 est résidu quadratique de tous les nombres premiers renfermés dans la formule $8k + (1, 7)$, ou encore dans la formule équivalente $24k + (1, 7, 17, 23)$.

» Par conséquent, le nombre 2 n'est jamais racine primitive d'un nombre premier renfermé dans cette formule. Ce qui justifie la première induction de M. de Jonquières.

» 4. *Caractères quadratiques des nombres* 3 *et* -3. — En appliquant le théorème II, on trouve que toutes les formes quadratiques du déterminant $\beta^2 - \alpha\gamma = +3$ sont équivalentes respectivement aux deux formes réduites $\pm(p^2 - 3q^2)$, et celles du déterminant -3 aux deux formes $p^2 + 3q^2$, $2p^2 + 2pq + 2q^2$.

» On déduit de là, en appliquant le théorème I, que les diviseurs premiers de $x^2 - 3$ sont de l'une des deux formes $\pm(p^2 - 3q^2)$ et ceux de $x^2 + 3$ de la forme $p^2 + 3q^2$. Or, en réduisant ces formes suivant le module 12, on trouve que les nombres impairs $\pm(p^2 - 3q^2)$ sont des formes linéaires $12k + (1, 11)$, et les nombres impairs $p^2 + 3q^3$, des formes $12k + (1, 7)$. Comme la forme $12k + 5$ ne correspond à aucune de ces formes, on conclut :

» 1° 3 et -3 sont non-résidus quadratiques de tous les nombres premiers $12k + 5$.

» Pour les deux formes $12k + 7(7, 11)$, les nombres premiers de la forme $4l + 3$ étant nécessairement diviseurs de l'une des deux formes $x^2 \pm n$ et non-diviseurs de l'autre, on déduit de ce qui précède :

» 2° 3 est résidu quadratique et -3 non-résidu de tout nombre premier $12k + 11$;

» 3° 3 est non-résidu et -3 résidu quadratique de tout nombre premier $12k + 7$.

» Il ne reste à examiner que la forme $12k + 1$, et démontrer qu'elle ne renferme aucun nombre premier dont 3 soit non-résidu quadratique.

» Soit $c = 6m + 1$ un nombre premier. Le polynome $x^2 + x + 1$ est diviseur de $x^{c-1} - 1 = x^{6m} - 1$. On conclut du théorème III qu'il satisfait à la

congruence

$$4\frac{x^3-1}{x-1}=4(x^2+x+1)=(2x+1)^2+3\equiv 0 \qquad (\text{mod.}\, c).$$

» Donc -3 est résidu quadratique de tout nombre premier $6k+1$.

» 4° 3 et -3 sont résidus quadratiques de tout nombre premier $12k+1$. En réunissant celles des conclusions précédentes qui concernent le nombre 3, on conclut qu'il est résidu quadratique des nombres premiers $12k+(1, 11)=24t+(1, 11, 13, 23)$.

» Par conséquent, le nombre 3 n'est jamais racine primitive d'un nombre premier de l'une des formes $24t+(1, 11, 13, 23)$. C'est la deuxième induction de M. de Jonquières. »

NAVIGATION. — *Sur l'horizon gyroscopique de l'*amiral Fleuriais. Note de M. **A. Schwerer**, présentée par M. E. Guyou.

« L'instrument imaginé en 1884 par le regretté amiral Fleuriais et désigné sous le nom d'*horizon gyroscopique* a été, depuis cette époque, l'objet de nombreuses retouches de la part de son inventeur.

» Les premiers modèles de cet instrument, qui a pour but de faire apparaître, dans le champ de la lunette du sextant, un repère servant de base à l'observation des astres, lorsque l'horizon de la mer est invisible, avaient été expérimentés par MM. les lieutenants de vaisseau Perrin, Arago, de Sugny, Baule, Boyer et par moi-même.

» Ces essais avaient montré que l'instrument, bien que donnant d'excellents résultats, ne remplissait pas encore toutes les conditions de valeur pratique et d'endurance auxquelles doit satisfaire un instrument de navigation.

» En premier lieu, la faible durée de la rotation rendait l'observation pénible et ne permettait à un observateur, même très exercé, que la détermination d'une ou deux hauteurs.

» Pour obvier à ce grave inconvénient, l'amiral Fleuriais eut l'idée de faire tourner le gyroscope dans le vide. Il remédia à divers défauts que les premières expériences avaient mis en relief; avec l'aide de M. Démichel, il réalisa un dispositif empêchant le pivot de s'excentrer au moment du lancement; puis, à la suite de longues et patientes recherches sur la résistance du pivot et du godet, qui avait paru d'abord insuffisante, il fit con-

struire, peu de temps avant sa mort, par M. Démichel, un nouveau modèle que je fus chargé d'expérimenter d'abord sur le *Dubourdieu*, pendant une campagne dans l'Atlantique, puis sur la *Drôme*, chargée d'une mission de sondages entre Brest et Boston.

» Les résultats de ces expériences ont été concluants. Ils ont prouvé :

» 1° La précision de l'instrument; 2° son utilité pratique; 3° son endurance.

» La précision ressort clairement des résultats que j'ai obtenus à la mer.

» Sur 74 séries d'observations, soit de l'horizon, soit du Soleil, faites par temps clair et ayant pour but de déterminer la collimation du repère, l'erreur maximum a atteint 2′ et l'erreur moyenne est restée inférieure à 1′.

» Le Tableau suivant, dans lequel j'ai mis en regard des hauteurs déduites d'observations faites au gyroscope les hauteurs vraies calculées aux mêmes instants, montre bien la constance de la collimation du repère carles hauteurs observées ont été réduites en adoptant pour la collimation la valeur déterminée un mois auparavant.

Hauteurs vraies observées au gyroscope. — Soleil.	Hauteurs vraies calculées. — Soleil.	Différences.	Hauteurs vraies observées au gyroscope. — Soleil.	Hauteurs vraies calculées. — Soleil.	Différences.
27°.31′.4	27°.31′.9	0′.5	29°.19′.9	29°.19′.7	0′.2
27.25.3	27.25.9	0.6	29.12.9	29.11,1	1.8
27.17.6	27.19.6	2	29.01.6	29.04	2.4
27.24.8	27.25.8	1	28.54.1	28.57	2.9
Polaire.	Polaire.		28.48.9	28.49	0.1
38.26.8	38.27.5	0.7	29.03.5	29.04.1	0.6

» Enfin le 17 juillet, à bord de la *Drôme*, au milieu d'une brume épaisse, des observations circumméridiennes du Soleil, faites avec le gyroscope, me donnèrent comme latitude : 42°35′,3.

» Le rideau de brume s'étant déchiré subitement vers midi, l'officier des montres put observer la hauteur méridienne à l'horizon de la mer. La latitude déterminée par cette observation était : 42°34′,5, valeur à peu près identique à celle que j'avais obtenue.

» Quant à l'utilité pratique de l'instrument, elle a été mise en évidence par la campagne de la *Drôme*.

» La mission que ce bâtiment avait à remplir exigeait des observations continuelles de jour et de nuit pour fixer les positions géographiques des sondes obtenues.

» Or, du 14 au 23 juillet, nous avons navigué au milieu de bancs d'une brume très dense masquant entièrement l'horizon. Mais, sauf pendant la journée du 22 juillet, le Soleil et les étoiles ont été presque toujours observables dès que leur hauteur atteignait 30° ou 40°. Nous avons pu néanmoins continuer nos opérations, que nous aurions été forcés d'interrompre si nous avions été privés du précieux concours du gyroscope.

» Pendant les nombreuses observations faites sur le *Dubourdieu* et sur la *Drôme* pendant une période de 10 mois, la durée du tour de précession est restée supérieure à 120^s. Le vide s'est donc parfaitement maintenu.

» De plus, à mon retour en France, j'ai soumis l'instrument à des expériences à outrance ayant pour but d'éprouver d'une façon définitive l'endurance du pivot.

Plus de quarante lancements à toute vitesse ont été effectués, et la durée de rotation a été prolongée bien au delà du temps nécessaire pour l'observation d'une série complète de hauteurs.

» Après cette rude épreuve, le pivot était en excellent état et sans usure appréciable.

» Ces dernières expériences ont même fait entrevoir la possibilité de maintenir et de régler à volonté l'acuité du pivot ([1]) et, par suite, la vitesse de redressement de l'axe de la toupie.

» En résumé, les essais que j'ai faits sur le *Dubourdieu* et sur la *Drôme* ont prouvé que l'horizon gyroscopique, sous sa nouvelle forme, remplissait toutes les conditions de précision, de solidité et de valeur pratique indispensables à un instrument de navigation.

» Les marins ont donc maintenant à leur disposition un instrument qui leur permettra de déterminer leur position lorsque les circonstances de temps ne leur permettront pas d'apercevoir l'horizon de la mer. »

([1]) Il suffirait pour cela de faire tourner la toupie, pendant un temps plus ou moins long, dans une position fortement inclinée. Pendant la rotation conique qui résulte de cette inclinaison, le pivot vient s'appuyer par le côté sur les bords de la crapaudine et cette rotation a pour résultat d'aiguiser pour ainsi dire le pivot.

PHYSIQUE. — *Sur le phénomène de Röntgen.* Note de M. **Abel Buguet.**

« On sait que les rayons X peuvent être caractérisés derrière un écran exposé au tube de Crookes, lors même que cet écran serait assez opaque pour protéger entièrement une plaque photographique sur laquelle il serait immédiatement appliqué. Un tel disque opaque de plomb, exposé entre un tube de Crookes et une plaque photographique, assez loin de cette dernière, a donné une plage circulaire entourée d'une auréole estompée.

» En disposant un pareil disque à quelques centimètres d'un tube, devant une plaque sensible éloignée de 10^{cm} ou 15^{cm}, et poussant assez loin la pose, j'ai pu, dans une série d'expériences, obtenir une impression sur toute la surface photographique.

» Disposant sur cette plaque une série d'épingles réparties sur la surface, et toutes perpendiculaires à celles-ci, j'ai obtenu, en blanc sur gris, les projections de ces épingles. Toutes ces projections sont dirigées du centre à la périphérie, vers l'auréole dégradée signalée déjà par plusieurs expérimentateurs.

» Il semble donc impossible d'admettre que les rayons X s'inclinent au bord de l'écran pour pénétrer derrière celui-ci puisque, s'il en était ainsi, les projections de mes épingles devraient être dirigées de la périphérie vers le centre de l'auréole.

» Je n'admettrais pas non plus volontiers que le disque de plomb pût être considéré comme transparent dans les conditions actuelles, car des blocs d'épaisseurs diverses, immédiatement superposés à ce disque en certains points de la surface, du côté du tube de Crookes, n'ont pas laissé de traces sur le cliché.

» Il me semble que l'état particulier de l'espace, sur le trajet libre des rayons X, gagne les régions voisines qui sont masquées par l'écran. Les propriétés nouvelles sont transmises avec tous leurs caractères, en particulier ceux qui décident du sens de la projection des épingles, caractères qui fixent la direction des rayons X, si l'on veut toujours comparer les radiations de Röntgen à celles de la lumière.

» Cette transmission de propriétés est d'ailleurs fonction importante de la distance, ainsi qu'il résulte de l'étroitesse relative de l'auréole estompée.

» Le mouvement des molécules d'air, rendues actives par radiation

directe et transportant leurs propriétés nouvelles derrière l'écran opaque, ne me semble pas capable d'expliquer la fixité du phénomène.

» D'ailleurs, dans une série d'expériences, une lame de plomb couvrait une partie de la base d'un cylindre de paraffine de 15^{cm} de haut reposant sur la plaque sensible et débordant notablement. Il était ainsi séparé de la plaque photographique par la paraffine à un bout, par une égale couche d'air à l'autre bout.

» Les choses se passaient de mêmes façons, à l'intensité près, de part et d'autre ; aussi bien dans des expériences où la surface latérale du cylindre de paraffine était couverte d'une feuille de plomb destinée à absorber les radiations venues obliquement de l'air environnant. »

PHYSIQUE. — *Sur une méthode de mesure de la température des lampes à incandescence.* Note de M. **P. Janet**, présentée par M. Mascart.

« Les données expérimentales que M. Violle a obtenues (¹) pour la chaleur spécifique moyenne du carbone entre 0° et des températures supérieures à 1000° permettent d'obtenir, par une méthode simple, la température du filament d'une lampe à incandescence pour un régime quelconque.

» On sait que la résistance R du filament varie beaucoup avec sa température θ. Appliquons aux bornes de la lampe une différence de potentiel E variable depuis 0 ; pour chaque valeur de E, la température prendra une valeur θ, et la résistance une valeur R ; nous pourrons construire une courbe (A) ayant pour abscisses R et pour ordonnées $\frac{E^2}{R}$, c'est-à-dire la puissance perdue par rayonnement à la température θ. Prenons maintenant une lampe fonctionnant dans les conditions normales et, au temps 0, interrompons le courant ; puis étudions la variation, en fonction du temps, de la résistance du filament qui se refroidit. Construisons alors une courbe (B) ayant pour abscisse le temps et pour ordonnée la résistance R. Au moyen de la courbe A, nous pourrons en déduire une troisième courbe C ayant pour abscisse le temps t et pour ordonnée la puissance rayonnée à chaque instant ; l'aire de cette courbe nous donnera la puissance totale perdue par rayonnement depuis la température maxima du filament jusqu'à

(¹) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 869.

la température ordinaire, et, en divisant par l'équivalent mécanique de la chaleur, la quantité de chaleur correspondante. Il suffira alors de peser le filament, et la formule de M. Violle (en admettant que ce filament soit formé de carbone pur) donnera sa température.

» Cette méthode permet d'aborder simplement l'étude de deux questions importantes, à savoir la variation de la résistance du charbon avec la température, et la variation du rayonnement avec la température.

» Généralisée, elle montre que l'étude de la variation de la résistance d'un corps quelconque avec la température et celle de la chaleur spécifique de ce corps sont deux questions connexes : il suffit d'avoir séparément étudié l'une pour aborder l'autre par la méthode décrite plus haut. »

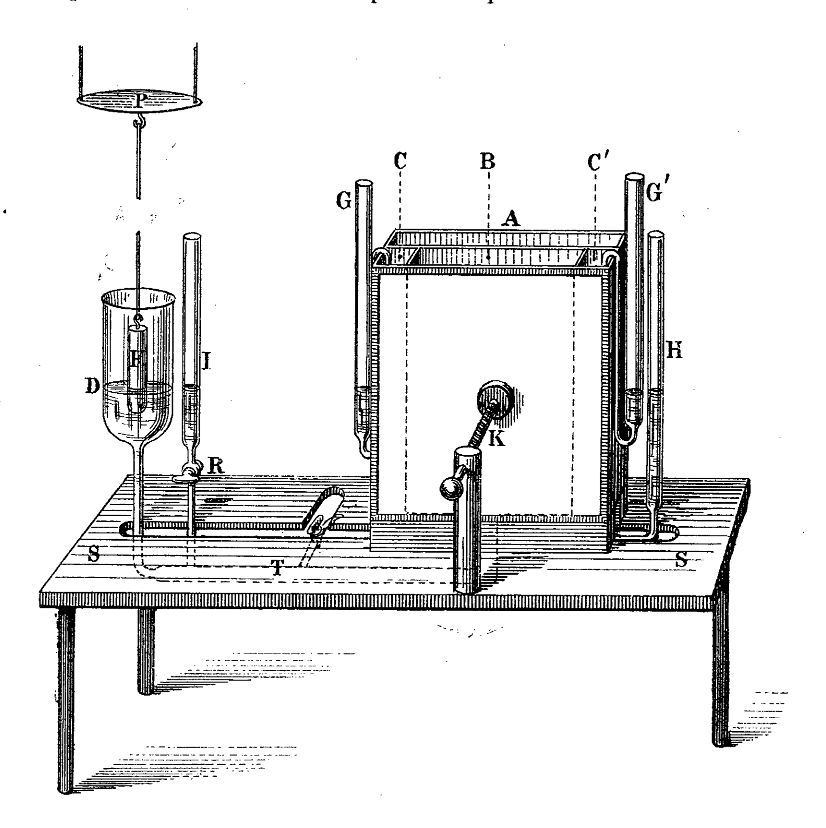
ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la force agissant sur les diélectriques liquides non électrisés placés dans un champ électrique.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Dans ma Note des *Comptes rendus* du 16 décembre 1895, j'ai montré comment les formules qui donnent la force qu'exerce un champ électrique sur un diélectrique non électrisé, et que j'ai établies dans le Mémoire paru aux *Annales de Chimie et de Physique* en mai 1895, sont bien vérifiées par l'expérience dans le cas des corps solides. Je vais maintenant résumer les mesures qui m'ont montré qu'elles sont bien vérifiées aussi dans le cas des corps liquides.

» La vérification pour les liquides est plus difficile que pour les solides, parce qu'on ne peut pas peser directement la force électrique agissant sur le diélectrique; on en est réduit à mesurer la dénivellation qui se produit entre deux vases contenant le liquide, dont l'un est soumis à l'action du champ et dont l'autre est soustrait à cette action.

» L'appareil dont je me suis servi consiste essentiellement en deux boîtes plates, rectangulaires, A et B (*fig.* 1), en ébonite, dont l'une B est placée à l'intérieur de l'autre A de façon que les larges faces des boîtes, disposées verticalement, soient parallèles. Ces larges faces sont, pour la boîte extérieure A seulement, recouvertes chacune d'une feuille de papier d'étain constituant les armatures d'un condensateur; quand celui-ci est chargé, la boîte intérieure B se trouve dans un champ électrique. Or, cette boîte B communique par un tube de verre deux fois recourbé T avec un vase cylindrique D de $5^{cm},9$ de diamètre. Le liquide diélectrique employé, qui a été une huile blanche de pétrole non volatile (densité 0,86), était versé dans ce système de vases communiquants, de façon à s'élever, dans la boîte intérieure B, environ à mi-hauteur des

armatures. Dans ces conditions, si l'on charge le condensateur, la théorie et l'observation montrent que le liquide s'élève un peu dans la boîte B et s'abaisse, par conséquent, dans le vase D, jusqu'à ce que la pression hydrostatique produite par cette dénivellation fasse équilibre à l'action du champ sur le liquide.



» Pour rendre uniforme le champ électrique, suivant une droite horizontale parallèle aux armatures dans toute l'étendue du liquide soumis à l'expérience, la boîte B était prolongée à droite et à gauche par deux boîtes C et C' en ébonite, placées aussi à l'intérieur de A et de même épaisseur que B; le même pétrole était versé dans ces boîtes à la même hauteur que dans la boîte B; on jugeait des niveaux grâce à des tubes communiquants G, G', I. C'est l'abaissement très petit (quelques dizaines de microns) du liquide dans le vase D qui était mesuré par l'artifice suivant : un flotteur F, formé par un cylindre de laiton, plongeait en partie dans le liquide du vase D; ce flotteur était suspendu sous le plateau P d'une balance très sensible, dont le fléau portait à l'extrémité une graduation en $\frac{1}{10}$ de millimètre regardée avec un microscope muni d'un micromètre oculaire. Du déplacement du fléau ainsi mesuré on déduisait, par un calcul facile, la variation de niveau dans le vase D et par conséquent la dénivellation produite par le champ électrique entre les deux vases communiquants D et B; c'est

cette grandeur que nous appelons la dénivellation *observée* dans le Tableau placé plus loin.

» Comme dans les expériences faites sur les corps solides la charge du condensateur était rapidement alternée (260 fois par seconde environ) et le carré moyen de la différence de potentiel (E^2) était mesuré au moyen d'un électromètre Bichat et Blondlot.

» Les expériences ont été faites dans trois conditions différentes : 1° en laissant plein d'air l'espace compris entre les parois internes de la boîte A et les parois externes des boîtes C, B et C'; 2° en remplissant complètement du même pétrole cet espace; 3° en ne le remplissant de pétrole que jusqu'au niveau du pétrole contenu dans les boîtes C, B et C'. A ces trois cas correspondent trois formules distinctes permettant, d'après la théorie exposée dans le Mémoire, de calculer la dénivellation a que doit produire le champ entre les deux vases communiquants :

$$1^{er}\text{ cas}\ldots\quad a = \frac{(K-1)E^2}{8\pi Dg\left[Ke - c(K-1) - \varepsilon\left(K - \frac{K}{K'}\right)\right]\left[e - \varepsilon\left(1 - \frac{1}{K'}\right)\right]},$$

$$2^{e}\text{ cas}\ldots\quad a = \frac{K(K-1)E^2}{8\pi Dg\left[e - \varepsilon\left(1 - \frac{K}{K'}\right)\right]\left[e - \varepsilon\left(1 - \frac{K}{K'}\right) + c(K-1)\right]},$$

$$3^{e}\text{ cas}\ldots\quad a = \frac{(K-1)E^2}{8\pi Dg\left[e - \varepsilon\left(1 - \frac{K}{K'}\right)\right]\left[e - \varepsilon\left(1 - \frac{1}{K'}\right)\right]}.$$

» Avec : Pouvoir inducteur spécifique du liquide, $K = 2,36$; *id.* de l'ébonite, $K' = 3$; masse spécifique du liquide, $D = 0,86$; $g = 981$; distances des armatures, $e = 5^{cm},43$; somme des épaisseurs des lames d'ébonite comprises entre les armatures, $\varepsilon = 1^{cm},51$; épaisseur du liquide de la boîte B, $c = 2^{cm},13$ (K et K' ont été mesurés au moyen de l'appareil décrit dans ma Note du 8 avril 1895).

» Ce sont les valeurs de a, calculées par ces expressions, qui sont mises en regard des valeurs observées dans le Tableau suivant :

	E^2 (en unités électrostatiques C.G.S.).	Dénivellation a calculée.	Dénivellation a observée.	Différence en microns.
		cm	cm	μ
1er cas.....	1813	0,0035	0,0037	+2
	1827	0,0035	0,0036	+1
	1758	0,0034	0,0040	+6

E² (en unités électrostatiques C.G.S.).		Dénivellation a calculée.	Dénivellation a observée.	Différence en microns.
		cm	cm	μ
2ᵉ cas......	1778	0,0066	0,0058	−8
	1726	0,0064	0,0055	−9
	1550	0,0057	0,0056	−1
	1726	0,0064	0,0066	+2
3ᵉ cas......	1829	0,0052	0,0051	−1
	1740	0,0049	0,0046	−3
	1430	0,0041	0,0045	+4
	1442	0,0041	0,0046	+5
	1900	0,0054	0,0061	+7

» Les valeurs observées ne diffèrent des valeurs calculées que de quelques microns et les différences ne présentent rien de systématique. Les formules théoriques sont donc pleinement justifiées par ces expériences. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'hydrure de lithium.* Note de M. **Guntz.**

« J'ai indiqué, dans une précédente Communication ([1]), que le lithium chauffé au rouge brûle avec flamme dans l'hydrogène en donnant un hydrure cristallisé très stable, de formule LiH.

» Pour déterminer la chaleur de formation de ce composé il suffit de mesurer la chaleur dégagée par la dissolution dans l'eau d'un poids connu de ce corps.

» Cette réaction se fait très facilement en projetant dans le calorimètre un poids connu de la substance fondue dans la nacelle en fer, où elle a été préparée. Dans ces conditions, l'attaque se fait convenablement et l'hydrogène se dégage.

» J'ai trouvé ainsi que, vers 18°,

$$\text{LiH sol.} + n\text{H}^2\text{O liq.} = \text{LiOH diss. étendue} + \text{H}^2 \text{ humide}\ldots \quad +31^{\text{Cal}},35$$

» Ce nombre est la moyenne de trois expériences ayant donné :

$$+31^{\text{Cal}},34, \qquad +31^{\text{Cal}},36, \qquad +31^{\text{Cal}},42.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 246.

» Si l'on veut rapporter ce nombre à l'hydrogène sec, il faut tenir compte de la vaporisation de l'eau par l'hydrogène, ce qui introduit un terme correctif de $0^{Cal},11$ par atome d'hydrogène, et l'on a alors

$$LiH \text{ sol.} + n H^2O \text{ liq.} = H^2 \text{ sec} + LiOH \text{ diss. étendue} \ldots \quad +31^{Cal},60$$

» Cette donnée suffit pour calculer la chaleur de formation de l'hydrure de lithium, lorsqu'on connaît la chaleur de dissolution dans l'eau du lithium.

» J'ai répété l'expérience de Thomsen en dissolvant un poids connu de lithium parfaitement pur dans l'eau, et j'ai obtenu un nombre beaucoup plus grand que celui de Thomsen ([1]). Cela tient, je crois, à la grande pureté du lithium dont je me suis servi.

» J'ai trouvé ainsi vers 18° pour

$$Li \text{ sol.} + n H^2O \text{ liq.} = LiOH \text{ diss. étendue} + H \text{ sec} \ldots \quad +53^{Cal},20$$

Moyenne des nombres........ $+53^{Cal},04$ $+53^{Cal},25$ $+53^{Cal},31$

Thomsen avait trouvé...... $+49^{Cal},08$

» Les chaleurs de formation des composés du lithium, déduites du nombre de Thomsen, sont donc toutes trop faibles de la différence $+53^{Cal},20 - 49^{Cal},08 = +4^{Cal},12$. La véritable chaleur de formation du chlorure de lithium sera donc $93^{Cal},81 + 4^{Cal},12 = +97^{Cal},93$.

» De ces nombres on déduit que

$$Li \text{ sol.} + H \text{ gaz} = LiH \text{ sol} \ldots \quad +21^{Cal},6$$

La grandeur de ce nombre explique la stabilité de ce composé.

» D'après mes expériences, l'hydrure de lithium fond à 680°, température mesurée à la pince thermo-électrique placée sous la nacelle en fer, et sa tension de dissociation à cette température est d'environ 27^{mm}. Il n'est guère possible de faire des mesures précises à des températures plus élevées, à cause de l'attaque par le lithium de toutes les substances que j'ai pu employer. Je compte d'ailleurs bientôt revenir sur cette question. L'hydrure de lithium n'est pas attaqué sensiblement par le chlore sec à la tem-

---

([1]) Le lithium commercial était autrefois très impur, comme on peut le juger d'après une analyse de M. Ouvrard (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 120) :

Lithium	81,71
Azote	4,46
Impuretés	13,83

pérature ordinaire; j'ai pu laisser pendant huit jours un fragment d'hydrure dans un flacon de chlore sans l'altérer notablement; lorsqu'on chauffe l'hydrure dans un courant de chlore, il s'allume un peu avant le rouge et brûle avec une flamme peu éclairante, en donnant $LiCl + HCl$. L'acide chlorhydrique n'attaque pas l'hydrure à froid; au rouge, la combustion se produit en donnant $LiCl + H^2$, et encore l'action n'est pas facilement complète, car $NaCl$ fondu protège en partie LiH fondu contre l'action de HCl. L'action de l'oxygène ou de l'air est nulle à froid; au rouge la combustion se produit. L'action de l'eau, au contraire, se produit à la température ordinaire en dégageant beaucoup de chaleur.

» L'alcool absolu attaque lentement l'hydrure en donnant de l'alcoolate de lithine et de l'hydrogène; l'alcool ordinaire agit d'autant plus facilement qu'il renferme plus d'eau. La benzine, le toluène, le pétrole, secs, sont sans action à la température ordinaire.

» En résumé, l'hydrure de lithium est un corps très stable, bien différent par ses propriétés des hydrures de potassium et de sodium ([1]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Uniformité de la répartition de l'argon dans l'atmosphère.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« Des travaux bien connus, devenus classiques, ont été exécutés dans le but de déterminer les taux d'oxygène, d'azote, d'acide carbonique, d'ammoniaque, existant dans l'atmosphère, et de savoir dans quelle mesure ces taux étaient susceptibles de varier suivant les lieux. Une étude du même ordre était à faire relativement à l'argon. Sans doute, l'argon ne paraît pas devoir mériter le même intérêt fondamental qui s'attache à certains autres éléments de l'air. Jusqu'ici, du moins à l'égard des êtres vivants, il peut être regardé comme assez indifférent; cependant, il n'est pas prouvé qu'il leur soit réellement inutile. Pour être à même d'expérimenter sur la matière, il était désirable d'apprendre tout d'abord à doser l'argon avec précision et ensuite de chercher en quelle proportion il se présentait et comment il était réparti dans le milieu avec lequel les êtres vivants effectuent leurs échanges gazeux, c'est-à-dire dans l'atmosphère.

» Je crois avoir répondu à la première partie de ce programme en fai-

---

([1]) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

sant connaître un procédé décrit aux *Comptes rendus,* il y a un an, et depuis utilisé plusieurs fois. J'essayerai aujourd'hui de répondre à la seconde partie en donnant les résultats de nouveaux dosages. J'avais déjà déterminé le taux d'argon dans de l'air pris à Paris et en Normandie, à quelques mètres au-dessus du sol ou à une altitude de 300^m. Dernièrement, j'ai profité d'une offre gracieuse qui m'a été faite pour me procurer des échantillons d'air provenant d'autres régions. Pendant la récente campagne de la *Princesse-Alice,* M. J. Richard a bien voulu ouvrir, en différents points du voyage, des ballons vides que je lui avais remis, et les fermer à la lampe avec les précautions convenables. Voici les chiffres que m'a fournis l'analyse de ces échantillons :

		Volumes à 0° et 760mm.		
	Provenance des échantillons.	Azote.	Argon.	$\frac{\text{Argon.}}{\text{azote + argon.}}$
12 juin.	37°47′ N., 2°26′30″ O. (Méditerranée, à environ 30 milles du Cap Palos); vent E	cc 776,1	cc 9,192	0,011844
21 juin.	36°49′ N., 20°59′ O. (Atlantique, à peu près entre Madère et les Açores); vent N; air pris à l'avant du navire	1292,3	15,296	0,011836
	A très peu près au même lieu, air pris à l'arrière du navire	1103,7	13,056	0,011823
3 juill.	San Miguel (Açores); bord des lacs du cratère de Sete Cidades, à 261m d'altitude	1244,4	14,739	0,011844
15 juill.	Sommet de Pico (Açores), à 2275m (1)	694,9	8,244	0,011864
16 août.	38°54′ N., 23°27′ O.; air du large; vent ENE	1052,1	12,477	0,011859
28 août.	49°18′ N., 6°23′ O. (Manche); vent N	1242,5	14,715	0,011839
	Moyenne	»	»	0,01184

» La concordance de tous ces taux d'argon est assez remarquable. La plus grande différence qui les sépare de la moyenne 0,01184 est d'environ $\frac{1}{500}$ de leur valeur. Précédemment, j'avais trouvé, pour de l'air pris à Paris et ailleurs, 0,01184 et 0,01182. On peut conclure aujourd'hui, avec plus de certitude qu'alors, que l'argon est, comme l'oxygène et l'azote, uniformément distribué dans l'atmosphère, et que, de plus, il s'y trouve normalement à la dose de 1,184 pour 100 d'azote et argon, chiffre qui, après avoir subi la petite correction additive de 0,7 pour 100 que comporte le procédé, devient 1,192 et coïncide complètement avec celui que j'avais déjà indiqué. »

(1) Pour prélever cet échantillon, M. J. Richard n'a pas reculé devant une très pénible ascension; je lui en suis particulièrement obligé.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une méthode de reproduction de silicates doubles de potasse et d'autres bases.* Note de M. **André Duboin**, présentée par M. Troost.

« Dans plusieurs Notes précédentes ([1]) j'ai développé une méthode qui m'a permis d'obtenir des silicates doubles de potasse et d'alumine ou de magnésie.

» Suivant la nature de l'oxyde qu'on veut faire entrer en combinaison avec la silice et la potasse, on emploie :

» 1° L'action de l'oxyde sur la silice dissoute dans le fluorure de potassium ;

» 2° L'action du culot provenant de la réaction précédente sur le chlorure de potassium ;

» 3° L'évaporation partielle des sels alcalins du mélange précédent, obtenue par la prolongation de l'action d'une température élevée.

» Il m'a paru intéressant d'appliquer la méthode à la glucine, en vue de comparer cette base à l'alumine et à la magnésie. Comme cette dernière base, la glucine se dissout dans le fluorure de potassium fondu, et ne donne de produit bien cristallisé que quand on opère comme pour la magnésie; mais le produit obtenu ne ressemble en rien au silicate double de magnésie et de potasse. On obtient un minéral orthorhombique, groupé à la façon de l'aragonite, qui paraît homogène, mais qui n'est qu'un mélange d'espèces isomorphes. La glucine présente donc ici les mêmes particularités que dans les expériences de M. Hautefeuille ([2]); mais la nouvelle série de produits obtenue diffère de celle de M. Hautefeuille par la forme cristalline.

» La composition des lots obtenus par fractionnement à l'aide de la méthode de Thoulet variait entre les formules

$$2K^2O, 3GlO, 7SiO^2 \quad \text{et} \quad 2K^2O, 3GlO, 5SiO^2.$$

» De plus, la glucine ne donne pas de silicate chlorofluoré, tandis que la magnésie m'en avait fourni deux

$$4KFl, SiO^2 + 3MgO, 2K^2O, 10SiO^2$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1363; 1892; et t. CXX, p. 678; 1895.

([2]) Hautefeuille et Perrey, *Sur les combinaisons silicatées de la glucine* (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 786; 1888).

et

$$2MgFl^2, SiO^2 + 4(K^2O, MgO, 3SiO^2).$$

» Cette manière de se comporter de la glucine, qui l'éloigne à la fois de l'alumine et de la magnésie, n'offre rien d'étonnant : elle tient à la fécondité de la méthode employée, susceptible de fournir de nombreux produits suivant les proportions des corps employés, la température, etc. On en a un exemple lorsqu'on essaye d'appliquer la méthode à la baryte et à la chaux. Le premier procédé (action de la baryte sur la silice dissoute dans le fluorure de potassium) nous a donné en abondance un silicate

$$K^2O, 2BaO, 3SiO^2 \ (d = 3,78)$$

contenant un peu de fluor.

» L'action sur le culot du chlorure de potassium ne m'a pas donné moins de trois produits : le principal est en cristaux limpides ; la face d'aplatissement est rectangulaire. On aperçoit des macles multiples très nettes, mais tellement nombreuses et enchevêtrées que la mesure de l'angle d'extinction est impossible rigoureusement. Cet angle atteint au moins 30°. Il s'agit là très probablement d'un composé triclinique.

» L'analyse assigne la formule $K^2O, 7BaO, 8SiO^2$ avec un peu de fluor, en quantités variables. Il en a manqué au moins 1 pour 100 pour qu'on pût assigner au produit la formule $2KFl, 7BaO, 8SiO^2$.

» Ce composé est à rapprocher de l'apophyllite.

» Rappelons que M. Hautefeuille a également pu obtenir des minéraux contenant de petites quantités de fluor par action des oxydes sur le fluosilicate de potasse [1].

» Il m'a été impossible d'obtenir avec la chaux des silicates simples comme avec la baryte ; on obtient toujours des produits contenant du chlore et du fluor.

» Les trois procédés de la méthode donnent ici des produits très bien cristallisés, mais mélangés. L'action prolongée de la chaleur ne donne pas moins de quatre produits. On y rencontre la fluorine et un silicate fluoré $4KFl + K^2O, 5CaO, 6SiO^2$. Il m'a été impossible d'isoler les autres produits.

» En résumé, la méthode que j'indique et que j'ai appliquée à un cer-

---

(1) Hautefeuille et Péan de Saint-Gilles, *Sur la reproduction des micas* (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 508 ; 1887).

tain nombre de bases, nous permet de préparer une quantité de corps nouveaux qui paraît considérable; elle peut présenter un certain intérêt au point de vue de la comparaison et de la classification des oxydes; à ce point de vue, quand on remarque les différences profondes dans la manière dont se comportent la baryte et la chaux, on est tenté de rapprocher la glucine de la magnésie plutôt que de l'alumine, à cause de la solubilité de la glucine dans le fluorure de potassium et de ses fluorures doubles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de roses de France.* Note de MM. **J. Dupont** et **J. Guerlain**, présentée par M. Friedel.

« Les deux échantillons d'essence de roses dont nous avons entrepris l'étude proviennent de distillations opérées sous notre contrôle, à Grasse, au cours des années 1895 et 1896. Nous avons sacrifié des quantités assez importantes de cette précieuse substance dans l'espoir d'apporter quelques nouveaux documents pour servir à une histoire encore bien obscure, au sujet de laquelle de vives controverses se sont élevées en ces derniers temps.

» Les propriétés physiques et organoleptiques de l'essence de roses de France sont notablement différentes de celles des essences bulgares, désignées dans le commerce sous le nom d'*essences turques*. Nous comparons ici les densités et les pouvoirs rotatoires de nos deux échantillons avec la moyenne des essences bulgares :

	France, 1895.	France, 1896.	Bulgare.
Densité à 30° (par rapport à l'eau à 15°)..	0,8225	0,8407	0,8650
Déviation à 30° ($l = 100^{mm}$)............	—6°45′	—8°3′	—3°30′
Teneur pour 100 en stéaroptène..	35	26	6 à 13

» Les propriétés organoleptiques ne sont pas moins différentes. L'odeur de l'essence française est infiniment plus suave que celle de l'essence bulgare, qui possède une certaine âcreté, un *goût de feu*. Nous exposerons plus loin la raison qui est, suivant nous, une des causes principales de cette différence.

» Les essences ont été, au préalable, débarrassées de leur stéaroptène par un traitement à l'alcool à 75 pour 100 qui dissout la partie liquide odorante en laissant insoluble la partie solide. Le dissolvant a été chassé par chauffage au bain-marie, sous pression réduite, et le résidu de l'évaporation refroidi à — 20° et filtré; tout le stéaroptène s'est trouvé ainsi éliminé.

» La teneur en stéaroptène est de 35 pour 100 pour l'essence distillée en 1895, de 26 pour 100 seulement pour celle de 1896. Le stéaroptène de la première fond à 38°, celui de la seconde déjà à 33°. Cet écart s'explique si l'on considère que l'hiver de 1895 a été excessivement rigoureux, et tel qu'on en voit rarement dans le Midi. On a constaté, depuis longtemps, que le climat de la contrée où la rose a été cultivée influe sur la richesse de l'essence en stéaroptène, les régions les plus froides produisant les essences à point de fusion plus élevé.

» M. Bertram, en 1890, a annoncé que le stéaroptène des essences turques et allemandes était formé de deux carbures fusibles respectivement à + 20 et + 40°. Ce fait fut contesté par MM. Markownikoff et Reformatsky. Nos expériences viennent confirmer celles de M. Bertram. Par une série de cristallisations fractionnées dans l'alcool, nous avons pu scinder notre stéaroptène en deux parties ayant pour points de fusion 39° et 24°, le stéaroptène de l'essence de 1895 étant plus riche en produit moins fusible. A cause du temps nécessité par ces cristallisations, nous n'avons pu obtenir encore de points de fusion constants; nous comptons l'avoir fait prochainement et déterminer les poids moléculaires de ces carbures, très solubles dans le benzène, en utilisant la méthode cryoscopique.

» Les déviations produites sur le plan de la lumière polarisée par les essences privées de stéaroptène sont de

—10°30′ pour l'essence de 1895
—10°42′ » 1896

ce qui indique une composition sensiblement constante. Avant d'y rechercher le géraniol, nous les avons saponifiées par ébullition, pendant une heure, avec une solution alcoolique de potasse. Après cette opération, les déviations n'étaient plus que de —7°35′ et —8°12′.

» La partie insoluble dans la potasse a été soumise à la rectification sous une pression de 20mm. Un premier fractionnement nous a fourni 4 portions.

	Points d'ébullition.	Déviations (l = 100mm).
I.	110-120°	—3°
II.	120-125°	—8°24′
III.	125-150°	—6°30′
IV.	150-180°	—4°54′

» La première portion a été traitée par le chlorure de calcium. La partie solide, épuisée complètement à l'éther de pétrole anhydre, a été

décomposée par l'eau. Il s'est séparé un liquide huileux, possédant l'odeur du géraniol pur, inactif, bouillant à 114-115° sous 20^{mm}, ayant une densité de 0,8859 (par rapport à l'eau à 0°), toutes propriétés caractéristiques du géraniol. L'essence de roses de France renferme donc du géraniol au nombre de ses constituants. Ce fait, mis en lumière pour les essences turques et allemandes par MM. Bertram et Gildmeister, est encore contesté par quelques savants.

» La liqueur alcaline provenant de la saponification, débarrassée des dernières traces de produits volatils par un entraînement à la vapeur d'eau, a été additionnée d'un petit excès d'acide sulfurique. Un trouble abondant s'y est produit. En épuisant la liqueur par l'éther, nous avons isolé un acide sirupeux doué d'une odeur particulière, intense, dont nous poursuivons l'étude.

» L'essence de roses de France renferme donc, à côté des produits terpéniques que nous étudions actuellement, un *éther* doué d'un fort pouvoir rotatoire à gauche. Cet éther est saponifié par une ébullition prolongée avec l'eau. C'est sans doute à cette propriété que l'essence turque doit de n'en point contenir. Elle est, en effet, préparée dans des appareils rudimentaires, chauffés directement, par une distillation de l'eau de rose, en présence d'eau qui repasse un grand nombre de fois dans l'alambic et qui, par suite, est enrichie continuellement en substances minérales, ayant pour effet d'élever fortement la température de la distillation et, par suite, d'amener la saponification complète de l'éther. Notre essence, au contraire, a été obtenue par une distillation unique. Nous voyons là une explication simple des différences physiques et organoleptiques existant entre des produits provenant de fleurs botaniquement peu différentes. »

ZOOLOGIE. — *L'évolution du Lithocystis Schneideri, parasite de l'*Echinocardium cordatum (1). Note de M. **Louis Léger**.

« J'ai eu récemment l'occasion de recueillir, sur la plage de Wimereux, un nombre considérable d'*Echinocardium*, renfermant tous le *Lithocystis Schneideri*. J'en ai profité pour étudier l'évolution de cette singulière production parasitaire, au sujet de laquelle les avis sont restés jusqu'ici trop partagés, les uns y voyant un myxomycète, d'autres une forme cœlomique pure, d'autres un sporozoaire aberrant.

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Wimereux.

» L'aspect général sous lequel on connaît actuellement ce parasite a été décrit par M. Giard, qui l'a découvert en 1876. Ce sont des masses plasmodiales noirâtres ou violacées, irrégulières, appliquées contre la face interne du test de l'oursin et renfermant des kystes sphériques contenant de nombreuses spores appendiculées avec des corpuscules falciformes. Chaque kyste renferme, en outre, un amas sphérique central de petits cristaux d'oxalate de chaux.

» Afin de rechercher l'origine de ces kystes, j'ai examiné attentivement le liquide cavitaire d'un grand nombre d'oursins et j'ai fini par découvrir, chez plusieurs d'entre eux, des grégarines monocystidées, solitaires ou conjuguées, libres dans ce liquide. En multipliant mes recherches, j'ai réussi à rencontrer les différents états intermédiaires entre la phase de jeune monocystidée et les kystes à cristaux du *Lithocystis;* ainsi se trouve établie l'origine grégarinienne de ces kystes.

» La grégarine libre est difficile à voir, surtout lorsqu'elle est jeune, car elle est peu fréquente et souvent dissimulée sous les circonvolutions du tube digestif. Elle est de forme cylindrique, atténuée aux deux pôles et montre une belle couche striée contractile avec un gros noyau et un nucléole sphérique. Il est, de plus, aisé d'apercevoir les formes conjuguées qui se font de suite remarquer par leur dimension, leurs mouvements extrêmement actifs et compliqués et leur bizarre mode d'accouplement.

» Adultes, les grégarines mesurent souvent plus de $1^{mm},5$, ce qui permet de les distinguer facilement à l'œil nu.

» Dans la conjugaison, l'accolement ne se fait pas par les pôles de même nom ou de nom contraire, comme chez les formes connues, mais par une faible surface située environ à égale distance des deux extrémités de l'individu comme chez le *Diplozoon paradoxum* par exemple; ce mode de conjugaison, à ma connaissance, n'avait jamais été observé chez les grégarines.

» Lorsque approche le moment de l'enkystement, les deux individus prennent une forme plus massive et leurs mouvements deviennent de plus en plus lents. C'est à cette période que se forment les cristaux que l'on retrouve, plus tard, dans les kystes mûrs. A cet effet, il apparaît, dans chaque individu, de nombreuses vacuoles sphériques, claires, dans chacune desquelles se forme un seul cristal, du type clinorhombique, qui m'a paru à l'analyse microchimique être constitué par de l'oxalate de chaux.

» Lorsque l'enkystement est complet et que les divisions du noyau et du protoplasma, qui vont donner naissance aux spores, commencent à s'effec-

tuer, les vacuoles disparaissent et les cristaux se réunissent en une sphère commune, au centre du kyste. Ces cristaux qui apparaissent, au début, dans des sortes de vacuoles excrétoires, doivent, je crois, être considérés comme un véritable produit d'excrétion de la grégarine, produit qui, devenu inutile ou même gênant pour la division du protoplasma, se sépare du reste de l'être au moment de la reproduction. La présence de ce produit au sein de la grégarine n'a rien qui puisse surprendre si l'on remarque que le liquide de la cavité générale des *Echinocardium* renferme une assez grande proportion de sels de chaux; il doit en être de même chez toutes les grégarines cœlomiques des Échinodermes à test calcaire, ce que j'ai déjà vérifié pour le *Spatangus lividus* de la Méditerranée, où j'ai déjà trouvé une forme nouvelle de *Lithocystis*.

» La formation de cristaux n'est pas le seul phénomène intéressant qui caractérise l'évolution de cette singulière grégarine. En effet, au moment où les grégarines étroitement accolées et presque immobiles vont s'enkyster, les amœbocytes du liquide cavitaire de l'Oursin se fixent étroitement sur leur surface en formant un réseau à mailles serrées, chacun d'eux émettant néanmoins un pseudopode libre, extérieur, dirigé normalement à la surface du kyste. Tous les pseudopodes libres sont comme rigides et d'égale longueur, ce qui donne au kyste un aspect hérissé des plus singuliers et dont l'interprétation est au moins difficile au premier abord; mais, elle n'est plus douteuse lorsque, par la simple compression du couvre-objet, un grand nombre de phagocytes quittent la surface du kyste et forment en son voisinage un réseau élégant en s'anastomosant par leurs pseudopodes. Dans la suite, ces cellules amiboïdes sont bourrées de granulations pigmentaires, prennent une forme allongée et, finalement, entrent en voie de dégénérescence en formant ces masses noirâtres d'apparence plasmodiale qui environnent la plupart des kystes. Telle est l'origine des prétendues plasmodes du *Lithocystis*, dans lequel un examen attentif montre des amœbocytes à tous les stades : des jeunes, très actifs, avec un beau noyau; d'autres, déjà déformés et remplis de pigment, la plupart enfin complètement granuleux et dégénérés.

» La production parasitaire qu'on a désignée sous le nom de *Lithocystis* est donc complexe. Les kystes sont ceux d'une grégarine monocystidée cœlomique, à évolution normale, dont les cristaux sont un produit d'excrétion; les masses plasmodiales colorées sont constituées par l'accumulation des phagocytes de l'*Echinocardium* dont la plupart sont morts et chargés de granulations pigmentaires.

» Par la forme de ses spores, le *Lithocystis* vient se placer naturellement dans la famille des *Urosporides*, à côté des genres *Urospora* et *Ceratospora*, de la cavité générale des Siponcles et des Synaptes. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Éphémère vivipare*. Note de M. **Causard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La viviparité est un fait relativement très rare chez les Insectes. On ne l'observe, en effet, que chez les Strepsiptères, et exceptionnellement dans les trois ordres des Hémiptères, des Diptères et des Coléoptères. Parmi les premiers, beaucoup de Pucerons et de Cochenilles sont vivipares pour les générations parthénogénétiques. Parmi les Diptères, on cite les Pupipares, certaines *Muscidæ* (*Tachina*, *Sarcophaga*), et divers *Œstridæ* parasites des Mammifères; la pédogénèse des formes larvaires de Cécidomyes est aussi accompagnée de viviparité. Enfin, parmi les Coléoptères, on ne la connaît que chez quelques *Staphylinidæ* qui vivent en parasites dans les termitières de l'Amérique du Sud (*Spirachtha*, *Corotoca*).

» On ne se serait certes pas attendu à rencontrer la viviparité chez des Éphémères, qui ont la réputation de ne passer à l'état adulte qu'un temps très court, quelques heures seulement, pour certaines espèces. D'après les observateurs, ces Insectes, aussitôt nés, s'accouplent, puis les femelles pondent rapidement et meurent bientôt. Cette courte existence est incompatible avec le développement de l'embryon au sein de l'organisme maternel. Cette règle n'est cependant pas générale; j'ai étudié récemment une espèce d'*Ephemeridæ* chez laquelle les choses se passent d'une manière complètement différente : c'est la *Chlœopsis diptera* (Latr.).

» Cette espèce est très commune à la fin de l'été et au commencement de l'automne dans les habitations, où ces Insectes viennent se fixer contre les vitres ou les plafonds, et y restent à peu près immobiles, leurs deux ailes relevées et appliquées l'une contre l'autre, la partie postérieure de l'abdomen terminée par deux longs filaments, recourbée vers la face dorsale. On peut observer pendant plusieurs jours le même Insecte à la même place; en ayant capturé un grand nombre, j'ai pu les conserver pendant plus de trois semaines avant qu'ils pondent. Il m'est impossible de fixer exactement la durée de leur existence, car, lorsque je m'en suis emparé, j'ignorais depuis combien de temps ils avaient quitté l'état de nymphe. Quoi qu'il en soit, ce sont des Éphémères qui méritent bien peu

leur nom. Cette durée relativement longue de l'état adulte est en rapport avec leur mode tout spécial de reproduction.

» Désirant un jour étudier la circulation du sang chez un de ces Insectes vivants, que je supposais suffisamment transparents pour cet usage, j'en pris un, et je le plaçai dans une goutte d'eau entre deux lames de verre creusées. La pression de ces lames fit sortir de l'abdomen de l'animal une matière grisâtre; je crus l'insecte mort et mon observation manquée. Néanmoins, examinant au microscope, je vis que la matière épanchée était formée d'un grand nombre de petits corps ovoïdes qui presque aussitôt s'agitèrent et se déroulèrent. Chacun d'eux était une petite larve très agile qui se mettait bientôt à nager. Ces Éphémères seraient-ils donc vivipares? Telle fut la question que je me posai. J'examinai alors le contenu d'un grand nombre d'individus, et j'y trouvai des œufs à tous les états de développement : chez les uns, la segmentation était peu avancée, mais un commencement d'évolution était très distinct; chez d'autres, les larves ébauchées laissaient voir leurs segments; les plus avancés renfermaient des larves complètement développées, mais renfermées encore dans la membrane transparente de l'œuf. J'ai du reste pu observer plusieurs fois des femelles émettant librement leurs larves, sans aucune pression, de sorte que leur viviparité est un fait certain.

» Quand le moment approche, ces Insectes recherchent l'eau, s'y laissent tomber, et flottent à la surface du liquide, les ailes étendues, jusqu'à l'instant de la sortie des larves. Pendant cette opération, qui dure très peu de temps, l'ensemble des trois derniers segments de l'abdomen est relevé vers le haut, formant presque un angle droit avec le reste du corps. Les larves sont expulsées par un double orifice percé entre le septième et le huitième anneaux abdominaux; ces deux ouvertures ne sont séparées l'une de l'autre que par une très faible étendue de tissus, et même le plus souvent elles sont complètement réunies après la ponte : il en résulte une large fente qui intéresse toute la moitié inférieure de la ligne de jonction de ces deux anneaux. Dans ce cas, le tube digestif est rompu, ainsi que les nerfs se détachant postérieurement du dernier ganglion nerveux qui occupe le septième anneau abdominal.

» Ces remarques m'ont conduit à étudier l'appareil génital femelle qui doit être construit en vue du développement interne des œufs. Le corps presque tout entier de la femelle est occupé par deux vastes sacs accolés l'un à l'autre dans la partie médiane; la cloison verticale qui les sépare est parcourue par de nombreuses trachées. Ces sacs s'étendent dans tout

l'abdomen à l'exception des deux derniers segments, et s'avancent jusqu'à la tête, occupant dans les trois anneaux thoraciques presque tout l'espace laissé libre par les muscles des ailes et des pattes. Au-dessous d'eux sont le tube digestif, réduit à un canal à paroi mince et délicate, et la chaîne nerveuse. Ces deux sacs s'ouvrent au dehors chacun par un orifice distinct percé dans la membrane qui réunit le septième anneau abdominal au huitième, et, comme je l'ai indiqué précédemment, au moment de la sortie des larves, ces deux ouvertures peuvent confluer en une seule. A quelle partie de l'appareil génital des autres insectes correspond ce double sac d'incubation? Je n'ai pu encore le déterminer, n'ayant eu à ma disposition que des individus chez lesquels ces sacs étaient déjà remplis par les œufs en voie de développement, et dont les ovaires vides et flétris n'étaient plus que très difficilement visibles.

» Malgré la longueur relativement longue de leur vie, les Chlœopsis ne prennent pas plus d'aliments à l'état adulte que les autres Éphémères. Leur bouche est seulement armée de quelques pièces molles et incomplètes.

» Les larves sont allongées, très agiles, munies de pattes terminées par un seul crochet. La tête, grossièrement pentagonale, porte deux longues antennes et cinq taches oculaires dont l'une, impaire, est située entre les bases des antennes; les quatre autres sont disposées en deux paires dont la postérieure fournira les yeux réticulés de l'adulte. La bouche est munie d'un appareil masticateur bien constitué. L'abdomen est formé de dix segments, dont le dernier porte deux longs filaments pourvus de quelques poils raides. La longueur du corps est de $0^{mm},7$, non compris les filaments caudaux qui sont au moins aussi longs que le corps. Le céphalothorax et la partie antérieure de l'abdomen renferment, à la naissance, des globules brillants, qui disparaissent au bout d'un jour ou deux. Pendant la première période de son existence, la larve n'a ni trachées ni branchies trachéennes.

» Six jours après leur naissance, les larves subissent une première mue, leur aspect change peu, mais sur chacun des deuxième, troisième, quatrième, cinquième et sixième anneaux abdominaux, apparaît une paire de courtes proéminences, toutes aussi développées l'une que l'autre, rudiments des futures trachéo-branchies.

» Trois jours après, nouvelle mue; les cinq proéminences précédentes se sont allongées, et il en apparaît une paire sur le premier anneau abdominal; les trachées deviennent visibles.

» Après la troisième mue, les cinq paires de trachéo-branchies sont bien constituées et reçoivent des trachées. Celles du premier anneau ne se développent complètement qu'à la quatrième mue, et enfin celles du

septième anneau, apparues à la troisième mue, ne seront complètes qu'après la cinquième. Dès lors la larve a tous ses organes; j'espère pouvoir poursuivre ces recherches jusqu'à l'âge adulte. »

ZOOLOGIE. — *Homologie des segments antérieurs des Ampharétiens (Annélides Polychètes sédentaires).* Note de M. **Pierre Fauvel**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les segments antérieurs du corps des Ampharétiens semblent assez difficiles à homologuer si l'on s'en rapporte aux descriptions, souvent contradictoires, données par les auteurs. Malmgren ([1]) a distingué, chez les espèces qu'il a décrites : 1° un segment céphalique; 2° un segment buccal; 3° un segment nu; 4° un segment (pour lui le troisième) qui porte les palées, chez les espèces pourvues de ces soies spéciales, ainsi que la ou les premières paires de branchies; 5° le premier segment portant des soies capillaires, suivi de segments semblables. Les branchies, au nombre de quatre paires, rarement de trois, sont portées, suivant les espèces, soit uniquement par le quatrième segment (troisième de Malmgren, *Melinna*) soit par le quatrième et le cinquième (*Ampharete*), soit par les quatrième, cinquième, sixième et parfois septième segments (*Amphicteis*). Les trois premiers segments peuvent, en partie, s'invaginer sous le quatrième. Ceci explique facilement l'erreur des auteurs qui, n'ayant eu entre les mains que des animaux fixés et contractés, n'ont pas reconnu la présence d'un segment en arrière du segment buccal.

» Cette erreur est moins explicable chez Claparède ([2]) qui a méconnu ce segment chez l'*Amphicteis curvipalea*, qu'il avait cependant vivante entre les mains. Il ne compte, en effet, qu'un seul segment achète, et fait de l'absence du deuxième segment nu la principale différence entre l'*A. curvipalea* et l'*A. Gunneri* Sars. Or, ainsi que nous avons pu le constater nous-même sur plusieurs exemplaires de Naples, ce segment existe parfaitement. La description de Claparède est, du reste, erronée ainsi que sa figure ([3]). Nous avons trouvé l'*Amphicteis Gunneri* Sars à Saint-Vaast-la-Hougue en 1894 ([4]). M. le professeur A. Wiren a eu depuis l'obligeance de nous

---

([1]) Malmgren, *Nordiska Hafs-Annulater;* 1865.

([2]) Claparède, *Annélides du golfe de Naples, Supplément;* 1870.

([3]) Lo Bianco, *Gli annelidi tubicoli trovati nel golfo di Napoli;* 1893.

([4]) P. Fauvel, *Sur la présence de l'*Amphicteis Gunneri *sur les côtes de la Manche* (*Bull. Soc. Lin. de Normandie,* 4e série, 9e vol.; 1895).

envoyer des *A. Gunneri* des côtes de Suède. Nous avons pu alors constater l'identité complète des individus de Naples, de Suède et de la Manche. L'espèce de Claparède, fondée sur des erreurs d'observation, doit disparaître. La seule différence consiste en l'absence, *non constante*, d'une septième dent aux plaques onciales des derniers segments abdominaux. Quant à la courbure des palées, elle est également variable suivant les individus, quelle que soit leur provenance.

» Les segments antérieurs sont donc bien homologues chez les Ampharétiens. Reste la question des branchies. Ces appendices sont-ils portés par des segments différents suivant les espèces? Un segment peut-il porter tantôt une, tantôt deux, trois ou même quatre paires de branchies? L'anatomie de l'appareil circulatoire nous fournira la réponse. Chez l'*Ampharete Grubei*, les branchies semblent ainsi réparties : trois paires sur le quatrième segment, qui porte aussi les palées; une paire sur le cinquième segment (premier segment sétigère). Les branchies reçoivent le sang du cœur par un vaisseau distinct. Le cœur donne donc quatre vaisseaux de chaque côté. Ceci est une présomption en faveur de l'opinion qu'il existe une paire de branchies par segment, mais non une preuve. Cette preuve, nous la trouverons dans la disposition des vaisseaux efférents. En effet, si nous examinons le vaisseau ventral d'avant en arrière, nous voyons que ce vaisseau se bifurque en avant en deux branches allant à l'œsophage; en arrière de cette bifurcation, il donne, de chaque côté, une branche transversale qui se rend à la première branchie. Ce vaisseau naît du vaisseau ventral dans le quatrième segment, en avant du diaphragme qui sépare le quatrième segment du cinquième. La quatrième paire de branchies, malgré son insertion apparente sur le cinquième segment, appartient en réalité au septième par l'origine de son vaisseau efférent. Mais ici il se présente une complication; ce vaisseau efférent, au sortir de la branchie et avant de se rendre au vaisseau ventral, s'anastomose avec un gros tronc latéral qui s'étend sur toute la longueur du corps de l'animal, depuis le septième segment jusqu'au segment postérieur. Ce tronc est formé par une série d'anastomoses allant d'un parapode à l'autre. Le sang, revenant de la quatrième branchie, va donc en petite quantité seulement au vaisseau ventral, la plus grande partie en étant versée dans ce tronc anastomotique. La première branchie est celle du milieu de la rangée antérieure, la deuxième la plus externe de la même rangée, la troisième la plus interne et la quatrième est celle du deuxième rang, située juste derrière la première.

Chez les *Amphicteis* l'étude de la circulation démontre également que les branchies appartiennent aux quatrième, cinquième, sixième et septième segments. La quatrième branchie communique chez les *Ampharete* avec un tronc latéral anastomotique. Mais le cœur donne seulement naissance à trois troncs de chaque côté. Le premier de ces troncs se bifurque pour fournir aux deux premières branchies, ainsi que Wiren l'a déjà figuré ([1]), ce qui a déterminé cet auteur à considérer les quatre paires de branchies comme issues de trois segments seulement. Sur certains individus, on reconnaît nettement, même extérieurement, cette insertion sur quatre segments. La première est sur le quatrième segment, la deuxième sur le cinquième, la troisième sur le sixième, et la quatrième sur le sixième également, mais empiète un peu sur le septième. Chez *Melinna*, au contraire, les quatre branchies de chaque côté naissent d'une masse commune insérée sur le quatrième segment; mais, néanmoins, chaque branchie a son vaisseau efférent correspondant à un segment distinct. Il suffit, du reste, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur les belles figures de Meyer ([2]).

» En combinant nos observations avec le Tableau de Meyer et celui de Wiren, nous avons établi le Tableau ci-dessous, donnant l'homologie des segments antérieurs des *Ampharétiens :*

	I.	II.	III.		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
	Segment céphalique.	Segment buccal.	Segment nu.	Diaphragme.					
Ampharete.					Palées.	1er pied.	2e pied.	3e pied.	4e pied.
					»	»	»	1re pinnule.	2e pinnule.
					1re branchie.	2e branchie.	3e branchie.	4e branchie.	»
						1re néphridie.	Pas de néphridie.	2e néphridie.	»
Amphicteis.					Palées.	1er pied.	2e pied.	3e pied.	4e pied.
					»	»	»	»	1re pinnule.
					1re branchie.	2e branchie.	3e branchie.	4e branchie.	»
						1re néphridie.	2e néphridie.	3e néphridie.	4e néphridie.
Melinna...					Soie en épine.	1er pied.	2e pied.	3e pied.	4e pied.
					»	»	»	1re pinnule.	2e pinnule.
					1re branchie.	2e branchie.	3e branchie.	4e branchie.	»
						1re néphridie.	2e néphridie.	3e néphridie.	4e néphridie.
Samytha...					1er pied.	2e pied.	3e pied.	4e pied.	5e pied.
					»	»	»	1re pinnule.	2e pinnule.
					1re branchie.	2e branchie.	3e branchie.	4e branchie.	»
						1re néphridie.	2e néphridie.	3e néphridie.	4e néphr. ([3])

([1]) Wiren, *Our cirkulations-och digestions organen,* 1885.

([2]) Meyer, *Studien über der Koerperbau der Anneliden,* 1886-1887; *fig.* 3, *Pl. XXII* et *fig.* 3, *Pl. XXIII.*

([3]) Travail fait au Laboratoire maritime de Tatihou, en octobre 1896.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Emploi des rayons X pour les recherches anatomiques : angéiologie, développement, ossification, évolution des dents, etc.* Note de MM. **Ch. Remy** et **G. Contremoulins**, présentée par M. Marey.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie une série de radiophotographies faites sur le cadavre et sur lesquelles on observe des détails anatomiques insaisissables jusqu'ici. Nous voulons parler de la disposition du système artériel jusqu'à ses plus fines divisions.

» Sur la figure qui représente la main avec son avant-bras et une partie du bras, on peut suivre dans leurs rapports avec le système osseux les divisions des artères, les arcades palmaires, les collatérales des doigts et jusqu'aux houppes vasculaires de la pulpe digitale. On peut suivre aussi la pénétration des artères dans le tissu osseux.

» Dans les pièces que nous avons soumises à la radiophotographie les veines ne sont pas apparentes, mais on eût pu en obtenir l'image par le procédé qui nous a servi.

» C'est M. le professeur Marey qui nous a suggéré l'idée de rendre le système vasculaire opaque aux rayons X en l'injectant avec une solution qui tienne en suspension des poudres métalliques impalpables. Le commerce livre aujourd'hui, sous le nom de *bronze*, une grande variété de ces poudres de métal. Le véhicule que nous avons choisi est la cire à cacheter commune dissoute dans l'alcool; l'injection se fait à froid.

» Nous insistons sur l'importance du résultat de cette méthode qui donne la distribution des vaisseaux avec leur situation réelle et leurs rapports que la dissection altère toujours; pour bien faire saisir les différents degrés de profondeur des plans vasculaires, nous avons recouru à des épreuves stéréoscopiques dont l'aspect est saisissant.

» Sur ces mêmes figures, grâce au tube Collardeau et à la bobine Gaiffe, les contours sont d'une netteté parfaite, ainsi que les détails de la structure des os.

» L'une de nos figures représente la moitié inférieure du corps d'un fœtus humain, sur laquelle se détermine fort bien la position des points d'ossification.

» Sur une autre figure, représentant la moitié du maxillaire inférieur d'un enfant de sept ans, on voit nettement quatre molaires avec leur couche d'émail, de cément, la dentine, la pulpe dentaire et les canaux des nerfs,

tandis que, à la base de la branche montante, la dent de sagesse, dans son alvéole close, attend l'heure de son éruption. »

GÉOLOGIE. — *Sur le mode de formation des Pyrénées.* Note de M. **P.-W. Stuart-Menteath**, présentée par M. d'Abbadie.

« M. Carez a dernièrement décrit et figuré comme exemple typique du Cambrien azoïque (*Bull. Soc. géol.*, 1er juin 1896), et comme déterminant l'âge du granite des Pyrénées, les ardoises de Bagnères, Lourdes et Lugagnon, classées par Dufrénoy dans le Crétacé.

» Dans la grande carrière située à 300m au nord du pont de Lugagnon, au milieu de ces ardoises typiques, j'ai trouvé vingt-trois échantillons déterminables des Ammonites crétacées, *A. Deshayesi, A. consobrinus, A. Matheroni, A. Milletianus,* de l'Aptien. Dans le même Bulletin, M. Carez a également fourni un exemple décisif concernant l'âge attribué par Dufrénoy à l'ophite. Il reproduit les coupes et les discussions récentes sur le point obscur de la côte de Biarritz où les sables mouvants cachent les relations de l'ophite, mais il importe de remarquer que ce point particulier est, en raison de la découverte de l'âge éocène de la côte d'Espagne (*Comptes rendus,* 11 juin 1894), un incident isolé d'une série d'affleurements ophitiques, caractérisant, sur une longueur de 200km, entre Orio et Ossun, la jonction de la base de l'Éocène avec le sommet du Crétacé. Cette ligne de jonction suit la côte, contrairement à une hypothèse de M. Suess, et elle fournit sur 200km des preuves de l'absence de toute faille tectonique et de l'absence du Trias et du Lias. Le gypse métamorphique crétacé de Croix-d'Ahetze complète l'analogie parfaite avec le phénomène ophitique en Tunisie et en Algérie.

» D'après mes recherches récentes dans les Pyrénées, le Trias alpin, qui aurait occupé la plus grande partie des Pyrénées, suivant l'opinion de divers géologues, me paraît rentrer dans le Crétacé; et, en raison de l'analogie minutieuse qu'il présente avec celui des Alpes, je ne doute pas que ce nom provisoire soit destiné aussi à une revision considérable.

» A Rebouc, dans la vallée d'Aure, j'ai trouvé une belle faune de l'argile à plicatules de l'Aptien; au Mouné de Bagnères, Beaudean, Ger, Vidalos, Lugagnon et Col de l'Espiadet, j'ai trouvé toujours des fossiles crétacés, jusque-là réputés liasiques. A Rebouc, les schistes fossilifères passent insensiblement à un micaschite traversé par un pointement de granite. Dans toute la vallée d'Aure, des synclinaux du Crétacé supérieur fos-

silifère de Sarrencolin reposent sur les schistes du Crétacé inférieur, dont la fissilité, surimposée à la stratification, et s'arrêtant brusquement contre la base du calcaire, a produit l'illusion d'une discordance. Tant à Lourdes que dans toute la chaîne, les mêmes illusions ont caché la même structure. Partout une base de Crétacé inférieure, schisteuse, est pénétrée et métamorphosée par du granite passant à des apophyses de granulite, porphyre et ophite qui s'épanchent en nappes contre la base du calcaire cénomanien.

» La pâte calcaire du conglomérat du Cénomanien remplace souvent presque entièrement les éléments clastiques. Alors les fossiles dérivés du Carbonifère ou Dévonien, dont les blocs calcaires sont pétris, se présentent à côté de fossiles crétacés, dans le marbre de Miegebat et de Campan, qui, dans la vallée d'Aspe, contient des masses prodigieuses de fossiles du Carbonifère, à côté de la mine de Sobatou et la mine de phosphate calcaire de Lhers qui a été décrite comme *houille anthraciteuse du Dinantien.*

» Il faut donc reconnaître que les Pyrénées sont formées de roches crétacées dont on peut évaluer l'épaisseur à 2000^{m} pour le Crétacé inférieur visible entre Tolosa et Alsasua, et plus de 1000^{m} pour le Crétacé supérieur visible aux Eaux-Chaudes. La superposition de ces roches sur les affleurements liasiques, visibles au pied de la chaîne, est reconnaissable partout. L'élévation des Pyrénées au-dessus de la plaine est donc attribuable à une *accumulation* de matières sédimentaires, coralliennes et volcaniques sur un fond de mer pavé de roches plus anciennes, dont les fossiles dérivés se trouvent dans les blocs des conglomérats crétacés, et dont j'ai délimité des bancs isolés et métallifères. La tectonique, singulièrement variable, est due au mélange des effets de l'édification corallienne, des pénétrations ignées, des éjections de blocs ophitiques des conglomérats et de cendres du *flysch,* des effondrements accompagnant le développement de racines de granite et gneiss, et aux tassements résultant de la superposition de masses de calcaire sur une base argileuse et fendillée comme un paquet de cartes. Les Pyrénées résultent ainsi d'un procédé d'édification qui est journellement en progrès dans l'Océan du sud et qui nous présente un échantillon avancé de son œuvre dans la chaîne du Japon. Un procédé oscillatoire a fait succéder la mer du Crétacé à la terre carbonifère dont j'ai prouvé l'importance en 1881, et a de nouveau ramené cet état très ancien. »

SPÉLÆOLOGIE. — *L'Abri-sous-roche de la Source.* Note de M. ÉMILE RIVIÈRE.

« Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire dernièrement à l'Académie [1] sur le résultat de mes recherches en 1895-1896, dans les grottes de la Dordogne, j'ai signalé, comme l'ayant récemment découverte, la grotte ou mieux l'*Abri-sous-roche de la Source*.

» Aujourd'hui, après une étude des objets que cet abri m'a donnés jusqu'à présent, je demande à l'Académie la permission de lui faire connaître ces documents.

» L'Abri-sous-roche de la Source est situé dans l'arrondissement de Sarlat, à deux kilomètres et demi environ de la station de chemin de fer des Eyzies, sur le territoire de la commune de Tayac, si riche déjà en gisements quaternaires et préhistoriques.

» Elle se trouve dans le bois de La Mouthe, à quelques mètres seulement du chemin qui conduit au hameau de ce nom, à droite dudit chemin et non loin d'une source dont les eaux, très abondantes en toutes saisons, forment, à leur sortie du réservoir aménagé depuis un certain nombre d'années pour les recevoir, un petit ruisseau qui les conduit dans la vallée.

» C'est un certain matin du mois d'août dernier, alors que je me rendais à la grotte de La Mouthe, que j'ai aperçu, sous un gros bloc de rocher qui recouvrait incomplètement ce nouveau gisement, plusieurs fragments osseux épars çà et là à la surface du sol avec des éclats de silex. Le même jour je faisais donner, par un de mes ouvriers, quelques coups de pioche destinés à m'assurer de la réalité du gisement et de l'époque géologique à laquelle il appartenait.

» Quelques jours plus tard, j'y ai entrepris, avec l'autorisation du propriétaire, les premières fouilles; celles-ci, par les objets qu'elles m'ont donnés, démontrent qu'il s'agit d'un abri-sous-roche quaternaire, géologiquement parlant, et magdalénien au point de vue archéologique. Commencées sur une largeur de 2^m environ, la longueur de 1^m et la profondeur de 1^m également, elles m'ont fourni, en effet, au milieu de fragments de pierre, plus ou moins nombreux, provenant de l'effritement de la roche :

» 1° Des dents et un certain nombre d'ossements d'animaux, plus ou moins brisés

---

[1] *Comptes rendus* du 5 octobre 1896.

et fendus longitudinalement par la main de l'homme, pour en extraire la moelle, animaux parmi lesquels je citerai principalement le Renne (*Tarandus rangifer*);

» 2° Une industrie caractérisée : (*a*) par des os travaillés pour servir d'armes ou d'instruments, deux os gravés de traits. L'un de ces derniers, un métatarsien de Ruminant, porte, finement gravés, des traits représentant la tige de quelque plante pourvue de feuilles lancéolées très bien dessinées, sur une longueur de 10^{cm} à 11^{cm} environ; (*b*) par d'assez nombreux silex taillés. Je signalerai parmi eux d'abord plusieurs burins, destinés à la gravure sur os, puis quelques pointes assez fines, un nucléus et, comme outils ou instruments prédominants, des lames entières ou brisées, toutes de petites dimensions (la plus longue mesure seulement 7^{cm}). Ces lames, bien faites, sont généralement dépourvues de retouches comme la plupart de celles que l'on trouve, d'ailleurs, dans les gisements préhistoriques de cette époque.

» Enfin, je ferai remarquer aussi l'absence de tout grattoir ou racloir en silex, du moins parmi les pièces que j'ai trouvées jusqu'à ce jour.

» Quant à la teinte de ces silex, elle varie du brun foncé au gris le plus clair, celle qui prédomine étant un gris tiqueté de petits points noirs.

» Il s'agit donc bien, en résumé, comme je le disais en commençant, d'un nouveau gisement quaternaire de l'âge du Renne et de l'époque dite *magdalénienne*.

» Devant repartir dans quelques jours pour la Dordogne, j'y reprendrai mes fouilles, en même temps que je continuerai l'étude de la grotte de La Mouthe, si curieuse par les dessins gravés sur ses parois et sur sa voûte. »

M. **Delauney** adresse une Note sur diverses « propriétés des nombres ».

M. **Zenger** adresse une Note sur plusieurs tremblements de terre et sur les relations qui existent entre les cyclones et les taches solaires.

M. **Levat** adresse une Note sur la couleur rouge des feuilles de vigne.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 novembre 1896.

Pasteur: Histoire d'un esprit, par E. Duclaux, Membre de l'Institut de France, Professeur à la Sorbonne, Directeur de l'Institut Pasteur. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par l'auteur.)

Traité de Zoologie, par Edmond Perrier, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle: *Vers, Mollusques*. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Novembre 1896. Tome IX. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle. N° 10. 25 octobre 1896. Paris, Masson et Cie, 1 fasc. in-8°.

Cours d'Astronomie, à l'usage des étudiants des Facultés des Sciences, par B. Baillaud, Doyen honoraire de la Faculté des Sciences de Toulouse, Directeur de l'Observatoire. Seconde Partie. *Astronomie sphérique. Mouvements dans le système solaire. Éléments géographiques. Éclipses. Astronomie moderne*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Callandreau.)

Annales de l'Université de Lyon. Résultats scientifiques de la campagne du « Caudan » dans le golfe de Gascogne. Août-septembre 1895; par R. Kœhler, Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lyon. Fasc. I et II. Paris, G. Masson et Cie, 1896; 2 vol. gr. in-8°. (Présentés par M. Milne-Edwards.)

Application générale de la Nomographie au calcul des profils de remblai et déblai, par Maurice d'Ocagne, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1896; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annales médico-psychologiques, Journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale et à la médecine légale des aliénés.

Fondateur : Dr J. BAILLARGER ; Rédacteur en chef : Dr ANT. RITTI, Médecin de la Maison nationale de Charenton. N° 3. Novembre-décembre 1896. Paris, G. Masson et Cie, 1896 ; 1 fasc. in-8°.

La Lancette française : Gazette des Hôpitaux civils et militaires, Nos 123, 124, 125. Directeur-gérant : M. E. LE SOURD. Paris, F. Levé, 1896 ; in-4°.

Travaux de la Section géologique du Cabinet de Sa Majesté (Ministère de la Maison de l'Empereur). Tomes I et II. Saint-Pétersbourg, 1896 ; 2 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 26 octobre 1896.)

Note de M. *A. Lacroix*, Sur la découverte d'un gisement d'empreintes végétales dans les cendres volcaniques anciennes, etc. :

Page 658, ligne 18, *au lieu de* L'état microscopique, *lisez* L'étude microscopique.
Page 659, ligne 7, *au lieu de* sation, *lisez* civilisation.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 NOVEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Berthelot présente à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de « Science et Morale ».

« Cet Ouvrage renferme divers Articles et Discours, relatifs au rôle général de la Science dans la Société et dans l'Éducation; entre autres les Discours prononcés par l'auteur dans le Sénat en faveur de la haute culture, lors de la discussion de la loi militaire. On y trouvera également des Notices biographiques sur Pasteur, sur Cl. Bernard, P. Bert, ainsi que des Articles sur l'histoire des Sciences, par exemple sur la découverte de l'alcool, sur la conservation des industries antiques, sur la Chimie arabe, sur les Perles, sur Papin et la découverte de la machine à vapeur. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la composition des fruits du* Phœnix melanocarpa; par M. AIMÉ GIRARD.

« Il existe à Nice, sur la terrasse de la villa Henry de Cessole, non loin du débouché du vallon de la Mantega, un palmier-dattier remarquable, qui, signalé par M. Émile Sauvaigo, secrétaire général de la Société d'Agriculture de Nice, a été de la part de notre Confrère, M. Ch. Naudin, l'objet d'une étude botanique détaillée.

» Ce palmier-dattier, provenant de Bordighera, a été mis en place en 1882, par M. Victor de Cessole, propriétaire de la villa; il était alors âgé d'une dizaine d'années, et depuis 1893 on le voit, chaque année, porter une douzaine de régimes sur lesquels se développent de belles dattes, comestibles et sucrées, mûrissant, dès le mois d'avril, sous le climat méditerranéen, alors que, sous le climat africain, la maturité des dattes les plus précoces ne se produit qu'au mois de juillet.

» Ce palmier-dattier est le premier qui ait permis de récolter, en France, des fruits agréables et propres à la consommation. M. Ch. Naudin lui a donné le nom de *Phœnix melanocarpa*, pour rappeler la couleur noire de ces fruits.

» Ceux-ci, qui mesurent environ 4^{cm} de longueur sur 20 à 25^{mm} de diamètre, ont assez exactement la forme de l'olive; la couleur en est d'un noir foncé; la peau, qui est ferme, se détache aisément de la pulpe qui constitue autour du noyau une enveloppe épaisse, charnue et sucrée.

» A la suite d'une Communication sur ce palmier-dattier, faite à la Société nationale d'Agriculture par l'un de ses membres, M. Léon Dru, il m'a semblé qu'il serait intéressant d'établir la composition des fruits, nouveau-venus dans notre pays, que le palmier-dattier de Nice vient nous offrir. A la demande de M. Léon Dru, M. Victor de Cessole a bien voulu, au mois de juin dernier, avec une obligeance dont je suis heureux de le remercier, mettre à ma disposition une quantité de dattes suffisante pour cette recherche : ce sont les résultats fournis par l'analyse de ces fruits que je présente aujourd'hui à l'Académie.

» Pour définir les dattes du *Phœnix melanocarpa* et après leur avoir reconnu la forme et les dimensions déterminées par M. Émile Sauvaigo, je me suis attaché à en fixer le poids moyen.

» Ces dattes, au moment où je les ai reçues de M. Victor de Cessole, étaient à maturité parfaite, bien pleines et rebondies; aucune n'avait été froissée pendant le transport; le fruit, en un mot, était absolument à point; en cet état, le poids d'une datte, établi d'après la pesée d'un grand nombre de fruits, a été trouvé, en moyenne, de $7^{gr},64$; pour simplifier, on peut adopter pour ce poids moyen le chiffre de 8^{gr}.

» Ce point acquis, j'ai entrepris, comme il convient de le faire lorsqu'on veut connaître la valeur alimentaire réelle d'un fruit, de déterminer la proportion relative, d'une part des peaux et des noyaux, c'est-à-dire de la partie non comestible, d'une autre de la partie comestible, c'est-à-dire de la pulpe sucrée. Rien n'est plus aisé, d'ailleurs, que de séparer mécaniquement les peaux et les noyaux de la pulpe; l'adhérence entre ces diverses parties est très faible, en effet.

» Les résultats auxquels conduit cette dissection, comme aussi le dosage de l'eau contenue dans les peaux, les noyaux et la pulpe, sont les suivants, pour 100^{gr} de fruits.

Partie non comestible.	Peaux à 37,23 pour 100 d'eau..........	$7^{gr},75$	$20^{gr},75$
	Noyaux à 29,81 pour 100 d'eau........	$13^{gr},10$	
Partie comestible.	Pulpe sucrée à 43,88 pour 100 d'eau............		$79^{gr},25$
			$100^{gr},00$

» C'est, bien entendu, sur cette dernière partie seulement, sur la pulpe comestible, que j'ai fait, ensuite, porter l'analyse; elle seule présente de l'intérêt au point de vue alimentaire.

» Les dattes ayant été, à la main, débarrassées des peaux et des noyaux, la pulpe ainsi isolée a été broyée, au mortier, avec un poids d'eau distillée égal au sien, et la pâte, fort épaisse encore, ainsi obtenue, filtrée, sous pression, à travers une toile fine.

» La densité du jus dilué ainsi recueilli a été, après filtration au papier, prise à 15° et, par le calcul, on en a déduit, pour la densité du jus normal, le chiffre de 1,240.

» Cette grande densité, jointe à la saveur du jus, permettait, *a priori*, d'attribuer à celui-ci une grande richesse saccharine; mais, avant d'établir cette richesse, il était nécessaire de reconnaître la nature du sucre qui la détermine.

» En général, à la composition des fruits du dattier, on voit intervenir à la fois du saccharose et du sucre inverti; en certaines régions de l'Asie

même, la fabrication du sucre cristallisé au moyen de ces fruits constitue une industrie primitive.

» Tout autre est la matière sucrée contenue dans les fruits du *Phœnix melanocarpa*. C'est le lévulose, et, tout permet de le croire, le lévulose seul qui représente cette matière sucrée.

» Pour m'en assurer, j'ai cherché à déterminer le pouvoir rotatoire du jus étendu fourni par le broyage de la pulpe des dattes avec son poids d'eau distillée; on sait combien est incertaine la détermination du pouvoir rotatoire du lévulose. M. Jungfleisch a montré que ce pouvoir varie avec l'âge de la dissolution, avec son degré de concentration, avec la température enfin. La présence de matières autres que le sucre rendait, dans le cas actuel, la détermination plus difficile encore. J'ai pu cependant reconnaître ainsi qu'à 15°, dans une solution riche à 24,65 pour 100, le sucre contenu dans les dattes du *Phœnix melanocarpa* accuse une déviation à gauche, qui se rapproche de 110°; parmi les matières sucrées connues, le lévulose seul possède un pouvoir lévogyre aussi élevé.

» L'expérience directe m'a, d'autre part, fait reconnaître que la pulpe de ces dattes ne renferme ni saccharose, ni autre sucre invertible. Pour établir ce fait, j'ai dû d'abord déterminer le pouvoir réducteur qu'exerce le lévulose sur la liqueur de Fehling. Cette détermination a été faite sur un échantillon de lévulose bien cristallisé, d'une blancheur parfaite, ne perdant rien dans le vide sec, qu'a bien voulu m'offrir mon collègue, M. Jungfleisch. J'ai reconnu alors qu'en opérant avec une liqueur préparée d'après la formule de Boussingault, et dans des conditions de dilution convenables, la quantité de cuivre réduite par 1^{gr} de lévulose est égale à $1^{gr},757$; ce chiffre est identique à celui que, précédemment, j'ai eu l'occasion de fixer pour le pouvoir réducteur du sucre inverti [1].

» Le pouvoir réducteur du lévulose étant ainsi déterminé, j'ai soumis à l'action de la même liqueur de Fehling le jus sucré des dattes du *Phœnix melanocarpa*, et j'ai vu, dans ces conditions, la réduction fournir des poids de cuivre identiques avant et après l'inversion par le procédé Clerget.

» Il semble donc permis d'affirmer que la matière sucrée qui communique à ces fruits leur saveur est faite, exclusivement, de lévulose.

» Quant aux autres produits concourant à la composition de la pulpe, la détermination en a été faite par les procédés ordinaires de l'analyse. Un fait remarquable a été constaté alors : parmi ces produits, il a été impossible de reconnaître ni acides, ni composés tanniques; l'absence de produits de cet ordre d'un côté, l'abondance de la pectine d'un autre expliquent la saveur particulièrement douce et moelleuse des dattes récoltées sur le *Phœnix melanocarpa*.

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 800.

» C'est, en résumé, par les chiffres suivants que l'analyse conduit à représenter la composition centésimale de la pulpe séparée des peaux et des noyaux :

Eau			43,88
Matières solubles.	Lévulose	39,19	50,22
	Acides	néant	
	Tannins et analogues	néant	
	Matières azotées	0,76	
	Pectine	2,48	
	Matières organiques inconnues	6,83	
	Matières minérales	0,96	
Matières insolubles.	Ligneux cellulosique	5,41	5,90
	Ligneux azoté	0,45	
	Matières minérales	0,04	
			100,00

» D'où résulte, pour les dattes prises dans leur ensemble, la composition ci-dessous :

Partie non comestible.

Peaux à 37,23 pour 100 d'eau	7,65	20,75
Noyaux à 29,81 pour 100 d'eau	13,10	

Partie comestible (pulpe).

Eau			34,77
Matières solubles.	Lévulose	31,08	39,80
	Acides	néant	
	Tannins et analogues	néant	
	Matières azotées	0,60	
	Pectine	1,72	
	Matières organiques inconnues	5,63	
	Matières minérales	0,77	
Matières insolubles.	Ligneux cellulosique	4,29	4,68
	Ligneux azoté	0,36	
	Matières minérales	0,03	
			100,00

» Ainsi composé, le fruit du *Phœnix melanocarpa* se présente avec des qualités particulièrement plaisantes. Malgré sa grande richesse en matière sucrée, richesse qui, en poids, représente les deux cinquièmes de la pulpe, la saveur, parce que cette matière sucrée est du lévulose, en est douce

et moins marquée que celle des dattes à saccharose; l'absence d'acides et de tannins accentue encore ce caractère de douceur; la pulpe tendre, quoique bien tenue, riche en pectine, fond pour ainsi dire dans la bouche, et l'essence si fine de la datte lui communique un parfum délicat.

» Aussi doit-on considérer comme un progrès bien désirable la propagation sur le littoral de notre Provence du palmier-dattier qu'a découvert M. Émile Sauvaigo et auquel notre Confrère, M. Ch. Naudin, a donné le nom de *Phœnix melanocarpa*. »

GÉOLOGIE. — *Sur le mode de formation des gîtes sédimentaires de phosphate de chaux;* par M. **Adolphe Carnot.**

« La théorie de la formation des gîtes sédimentaires de phosphate de chaux a été l'objet de bien des controverses et laisse place encore à bien des doutes. Je crois pouvoir y apporter une contribution nouvelle en mettant à profit de nombreux résultats d'analyse de phosphates, quelques essais de synthèse et des observations géologiques sur les principaux gisements connus et exploités.

» J'ai donné le détail des observations et des expériences dans un Mémoire publié par les *Annales des Mines* ([1]). Je me bornerai à présenter ici les conclusions générales, auxquelles j'ai été conduit par ces recherches.

» Les analyses ont porté sur quatre-vingts échantillons, provenant des divers niveaux géologiques, depuis le silurien jusqu'à la fin du tertiaire. Elles ont eu pour principal objet de déterminer les quantités relatives d'acide phosphorique et de fluor, qui avaient, à mes yeux, un intérêt spécial au point de vue de l'origine des phosphates de chaux.

» Il résulte de ces nombreux essais, que les phosphates sédimentaires de tous les âges renferment, en général, une proportion de fluor peu éloignée de celle qu'aurait une apatite exclusivement fluorée de même teneur en acide phosphorique (1 de fluor pour 11 d'acide phosphorique ou 8,92 pour 100). Cependant, cette proportion est très notablement dépassée dans un certain nombre de phosphates et d'ossements fossiles. Il importera de tenir compte de ces faits dans toute hypothèse sur la genèse des phosphates.

» Au point de vue de leur origine, je rappellerai tout d'abord, que depuis

([1]) *Annales des Mines*, 2e semestre 1896, p. 137-231.

longtemps on a signalé, dans les gîtes de phosphates de chaux, notamment dans les gîtes de l'étage albien, de nombreux organismes, animaux ou végétaux, qui ont été entièrement transformés en phosphate, par suite d'un phénomène d'épigénie comparable à celui qui a donné naissance aux coquilles et aux bois silicifiés. De récentes observations ont appris que même les grains de phosphate indiscernables à l'œil nu sont souvent constitués, soit par le remplissage des coquilles de foraminifères, comme dans les gîtes sénoniens de la Belgique et du nord de la France, soit par l'épigénie de la boue à diatomées, comme dans les gîtes suessoniens de la Tunisie [M. Cayeux (1)].

» D'autre part, j'avais antérieurement reconnu (par des essais de synthèse faits dans l'été de 1892) que le phosphate de chaux tribasique, très peu soluble dans l'eau pure, mais davantage en présence de carbonate d'ammoniaque (l'un des produits naturels de la décomposition des substances organiques azotées), peut être transporté par voie de dissolution et se fixer sur des matières organisées (mollusques ou fragments de bois).

» D'autres expériences m'avaient appris (2) que, de même, le fluorure de calcium, en se dissolvant en faible quantité dans l'eau additionnée de carbonate d'ammoniaque, peut se transporter et se fixer sur le phosphate, par exemple sur la matière des os d'animaux modernes, qui, primitivement exempts de fluor, s'enrichissent peu à peu jusqu'à présenter une composition comparable à celle de l'apatite. J'avais même constaté que la fluoration peut aller plus loin, si la solution renferme du fluorure alcalin, parce qu'il se fait une double décomposition entre ce sel et le phosphate ou le carbonate de soude.

» Je reconnus aussi, par les expériences de laboratoire, que le phénomène de la phosphatation des matières organisées et celui de la fluoration des phosphates se trouvent fort activés, lorsque, dans le vase où ils se produisent, il y a alternativement addition d'eau et évaporation, concentration ou même mise à sec des sels dissous par l'eau.

» Dans la nature, les mêmes phénomènes ont pu se produire dans des conditions plus ou moins analogues. J'ai exposé, dans le travail déjà cité, de nombreuses preuves de la fluoration qui s'est produite sur les ossements fossiles (3). Cette fluoration s'est incontestablement faite sur le

(1) *Comptes rendus*, p. 273; 27 juillet 1896.

(2) *Annales des Mines*, 1er semestre 1893; p. 185.

(3) J'aurai lieu de revenir sur cette question à cause du rôle particulièrement

phosphate de chaux déjà existant; mais on conçoit très bien que, dans d'autres occasions, le dépôt du phosphate et celui du fluorure aient pu se produire simultanément, d'autant plus que les mêmes circonstances étaient favorables aux deux phénomènes.

» Ces circonstances ont dû précisément se trouver réalisées sur certains rivages, où s'accumulaient des dépouilles animales de tout genre et, sans doute aussi, une grande quantité de débris végétaux.

» Alternativement recouverts par les eaux des hautes mers et exposés aux rayons du soleil pendant les marées basses, ces amas de substances organiques devaient se décomposer et leurs éléments se transformer pour la plupart en produits volatils ou solubles : eau, acide carbonique, carbonate d'ammoniaque, etc.; quant au phosphore, il demeurait dans les résidus, soit à l'état de phosphate de chaux tout formé dans les dents, les os, les arêtes, etc., soit à l'état de combinaisons organiques, qui se transformaient, sous l'influence de ferments oxydants, en phosphate ammoniacal et, bientôt après, au contact des sédiments calcaires, en phosphate de chaux, suivant la théorie exposée par M. Armand Gautier (1).

» Les rivages plats, avec lagunes et plages faiblement ondulées, devaient être favorables à l'accumulation des matières phosphatées et à leur transformation ultérieure; les vagues y poussaient les débris d'animaux et de végétaux et laissaient dans les dépressions du terrain des eaux salées, qui subissaient ensuite une évaporation active, une concentration et même peut-être une dessiccation complète.

» Les phosphates pouvaient se dissoudre en quantité notable dans ces eaux, chargées de chlorure de sodium et de carbonate d'ammoniaque, et se déposer, par précipitation chimique ou par épigénie, sur les grains calcaires ou à la place des éléments organiques.

» Dans cet ordre d'idées, il était naturel de supposer que le fluorure de calcium, reconnu dans l'analyse des phosphates sédimentaires, leur avait été fourni par les eaux de la mer. Cependant on n'avait pas encore constaté avec certitude dans ces eaux la présence et la proportion du fluor; aussi ai-je cru nécessaire de faire une recherche spéciale sur ce point. Grâce à l'obligeance de M. de Lacaze-Duthiers, j'ai pu faire venir de son laboratoire de Roscoff une tourie d'eau de mer, qui avait été remplie à quelques

---

important qui me paraît aujourd'hui devoir être attribué aux eaux de la mer dans cette transformation.

(1) *Annales des Mines*, 1er semestre 1894; p. 36.

centaines de mètres de distance de la côte, et je me suis attaché à y faire, avec le plus d'exactitude possible (sur 42^{lit} d'eau), le dosage du fluor. J'ai trouvé que l'eau de l'Océan renferme, par mètre cube, $0^{gr},822$ de fluor, correspondant à $1^{gr},687$ de fluorure de calcium.

» Cette quantité, bien que minime en apparence, devait certainement suffire, à la longue, pour amener les phosphates à leur limite de fluoration, surtout si l'on admet qu'il y ait eu, dans des lagunes peu profondes, évaporation des eaux salées, renouvellement de ces eaux par les marées et répétition des mêmes phénomènes pendant de très longues périodes de temps.

» La limite normale de l'enrichissement en fluor devait être, en général, la teneur des fluophosphates cristallisés; mais cette teneur même pouvait se trouver assez souvent dépassée, soit que l'évaporation des eaux marines, allant jusqu'à la dessiccation, donnât naissance à un dépôt de fluorure de calcium, qui demeurait indissous lors du retour passager de la haute mer, soit qu'il y eût formation, dans le liquide concentré des lagunes, de fluorure de sodium capable de produire, ainsi que je l'ai dit plus haut, une double décomposition avec le phosphate ou le carbonate de chaux [1].

» En résumé, la théorie de la formation dans des lagunes explique bien les différents faits observés dans l'analyse des phosphates sédimentaires.

» Si l'on passe en revue les principaux gîtes de phosphates, on reconnaît que les circonstances définies plus haut ont dû s'y trouver réalisées. Je n'en citerai ici que quelques exemples, pris parmi ceux qui ont donné lieu aux exploitations les plus importantes.

» Les dépôts de nodules phosphatés contenus dans les assises des *sables verts*, du *gault* et de la *gaize* qui jalonnent les affleurements de l'*étage albien* vers le nord et l'est du bassin de Paris et qui se retrouvent plus au sud dans le bassin du Rhône, se sont formés le long des côtes plates et étendues de la *mer infracrétacée*. Il a dû s'y produire plus tard, comme dans la plupart des gîtes, un remaniement partiel avec dissolution, transport et concentrations locales du phosphate de chaux. Le fluor (fl) de ces nodules est au fluor (Fl) de l'apatite correspondante dans un rapport qui varie de 0,96 à 1,18.

» Dans les sables phosphatés de l'*étage sénonien*, exploités en Picardie,

---

(1) La formation du fluorure de sodium dans des lagunes, soumises à une évaporation active, pourrait s'expliquer de la même manière que la formation des carbonates de sodium (natron et urao) dans les lacs salés de Hongrie, d'Égypte et de Tripolitaine.

en Artois et en Belgique, le rapport $\left(\frac{\mathrm{fl}}{\mathrm{Fl}}\right)$ a été trouvé compris entre 0,92 et 1,19. Or, il résulte des observations géologiques et micrographiques les plus attentives, que la *craie phosphatée*, d'où ils sont issus, s'est déposée dans des eaux peu profondes, à peu de distance des rivages; elle constitue, au milieu de la craie ordinaire, de grandes lentilles allongées, correspondant sans doute à des lagunes de la *mer supracrétacée*, où les vagues ont dû accumuler les débris organiques mêlés aux granules calcaires.

» Les gîtes tunisiens et algériens, compris dans l'*éocène* inférieur, marquent, de distance en distance, les anciens rivages, très sinueux, de la *mer suessonnienne*, depuis les environs de Kairouan et de Tunis jusqu'à Boghari, dans le département d'Alger, et peut-être plus loin encore. Le rapport des teneurs en fluor $\left(\frac{\mathrm{fl}}{\mathrm{Fl}}\right)$ est exprimé par des nombres compris entre 0,77 et 1,08; mais il se maintient le plus ordinairement au voisinage de l'unité. Les circonstances de formation de ces gîtes paraissent avoir été tout à fait conformes à celles que j'ai indiquées plus haut.

» Quant aux phosphates de la Caroline du Sud et de la Floride, qui sont en partie utilisés dans les États-Unis, en partie importés en Europe, leurs vastes gisements appartiennent, comme ceux du nord de l'Afrique, principalement à la période *éocène;* mais on voit aussi des gîtes remaniés dans les couches *miocènes, pliocènes* et même *pléistocènes*. Les variétés de *phosphates en roche* de la Floride (*hard rock, plate rock, soft phosphate*), qui sont d'âge éocène, forment des massifs irréguliers au milieu d'un terrain sableux, argileux ou calcaire. Elles montrent une structure nettement concrétionnée, qui tendrait à les rapprocher des phosphorites du Quercy, du Gard ou de l'Oranais ; mais elles s'en distinguent absolument par leur teneur en fluor, qui est fort élevée et dépasse même celle de l'apatite. Le rapport $\left(\frac{\mathrm{fl}}{\mathrm{Fl}}\right)$ varie entre 0,96 et 1,13, tandis qu'il est le plus souvent voisin de zéro et arrive très rarement à 0,40 dans les phosphorites françaises.

» Les *phosphates en nodules*, exploités dans la terre ou dans le lit de certaines rivières (*land pebble* et *river pebble*) paraissent provenir du remaniement des phosphates en roche par les cours d'eau de la fin du pliocène. Leur teneur en fluor est encore plus élevée que celle des phosphates en roche; le rapport $\left(\frac{\mathrm{fl}}{\mathrm{Fl}}\right)$ va de 1,07 jusqu'à 1,45.

» Le contraste entre ces hautes et ces basses teneurs en fluor doit avoir son explication dans la différence des conditions de formation des deux

sortes de phosphates. Selon moi, les phosphorites de France et d'Algérie ont été déposées, hors de la portée des eaux marines, par des eaux douces, qui avaient dissous des phosphates primitivement presque exempts de fluor, tandis que les phosphates de la Floride sont dus au remaniement par les eaux de la mer des amas d'excréments et de débris animaux de toutes sortes laissés par la multitude innombrable d'oiseaux pêcheurs, de poissons et de sauriens, qui vivaient dans le golfe et sur les terrains bas et plats de cette grande presqu'île. Les vagues des hautes mers, déferlant sur ces plages, devaient entraîner les débris organiques vers les dépressions du sol. Les eaux salines, en s'évaporant à leur contact, devaient s'enrichir en phosphate et en fluorure de calcium, et, pénétrant dans les fissures du sol, y former les dépôts concrétionnés, qui constituent les phosphates en roche. La teneur, plus élevée encore, des nodules peut être attribuée à l'action ultérieure des eaux de rivières, qui ont dissous relativement plus de phosphate que de fluorure et laissé ainsi des résidus présentant une plus haute teneur en fluor.

» Les différents faits observés dans les gîtes de phosphate de chaux sédimentaires semblent donc trouver très naturellement leur explication dans la théorie proposée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Baudey** adresse une Note relative à un système d'aérostat dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. E. **Leclère** adresse une Note relative à la répartition du mouvement dans un milieu homogène et à la formation des cyclones.

(Commissaires : MM. Faye, Mascart.)

M. H. **Tarry** adresse une nouvelle Note sur la production des inondations dans le bassin de la Seine.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Mascart, Duclaux.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à se faire représenter à la séance d'inauguration de l'Université de Paris, qui doit avoir lieu le jeudi 19 novembre, à 2 heures.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Perrine* (1896, *nov.* 2), *faites à l'Observatoire de Paris* (*Équatorial de la Tour de l'Ouest*). Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Lœwy.

Dates 1896.	Étoiles.	Grandeur.	Temps sidéral de Paris.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.
			h m s	m s	′ ″	
Nov. 4.....	*a*	8,5	21.49.10	+0.18,19	−4.18,8	16:16
4.....	*a*	8,5	23.19.13	+0.11,56	−7.24,0	8:8
4.....	*b*	7,9	23.52.10	+0. 1,47	+6.21,3	8:8
4.....	*c*	7,6	0. 9.51	+0.31,58	+3.19,4	8:8
5.....	*d*	9,8	23.39.45	+0.15,06	+4. 7,4	12:12
6.....	*e*	8,5	21.50.35	+0.24,26	+0.59,3	4:4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1896.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 4..	*a* 3997 BD+23°	20.18.35,01	+2,29	+23.57. 2,3	+19,2	A.G.C. Berlin.
4..	*b* 3998 BD+23	20.18.42,68	+2,29	+23.42.10,2	+19,1	Id.
4..	*c* 3994 BD+23	20.18.11,47	+2,29	+23.44.44,6	+19,1	Id.
5..	*d* Anonyme	20.16.47	+2,28	+22.55.20	+18,7	Position approchée.
6..	*e* 4014 BD+22	20.15. 9	+2,28	22.14.58,1	+18,3	A.G.C. Berlin.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1896.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 4..	6.51.10	20.18.55,49	$\bar{1}$,211	+23.53. 2,7	0,589
4..	8.20.58	20.18.48,86	$\bar{1}$,479	+23.49.57,5	0,644

Dates 1896.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
4..	8.53.49	20.18.46,44	$\bar{1}$,533	+23°.48′.50″,6	0,668
4..	9.11.27	20.18.45,34	$\bar{1}$,556	+23.48.23,1	0,682
5..	8.37.30	20.17. 4	$\bar{1}$,515	+22.59.46	0,668
6..	6.44.43	20.15.35,87	$\bar{1}$,229	+22.16.15,7	0,614

Remarques. — Nov. 4, à 7^h0^m t. m. — La comète ressemble à une nébuleuse faible (grandeur 13,2), arrondie, de 1′,2 à 1′,5 de diamètre; elle présente une légère condensation granuleuse qui se fond graduellement avec le reste de la nébulosité et qui est assez excentrique par rapport à l'ensemble. Les comparaisons aux étoiles *b* et *c* ont été faites alors que la comète se trouvait près d'une petite étoile 13,0-13,2 qui a pu influencer les mesures. Ciel beau.

Nov. 5. — Même aspect que la veille.

Nov. 6. — Presque aussitôt après le commencement des observations, le ciel est devenu brumeux, de sorte qu'on n'a pu constater avec certitude le mouvement propre de l'objet mesuré.

ASTRONOMIE. — *Occultation des Pléiades, du 23 octobre 1896 (observatoire de Lyon).* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Lœwy.

« L'état nuageux du ciel n'a permis que l'observation des étoiles les plus brillantes du groupe des Pléiades, et même à travers des éclaircies passagères; néanmoins, les images ont été bonnes. Les observations ont été faites par M. Le Cadet (G. L. C.) à l'équatorial coudé (0^m,32) de Gautier, et par M. Guillaume (J. G.) à l'équatorial (0^m,16) de Brunner; les immersions correspondent au bord brillant.

Étoile.	Grand^r.	Phén^e.	T. sidéral Lyon.	T. moyen Paris.	Angle de position au pôle.	Grossiss^t.	Observ.
			h m s	h m s			
19 *e* Taygète..	5,5	Im.	6.34.31,4	16.12.29,6	128°		G. L. C.
			33,5	31,7	128	250	J. G. [1]
22 *l* Astérope..	7	Im.	7. 1.11,1	16.39. 4,9	119		G. L. C.
19 *e* Taygète..	5,5	Em.	7.28. 7,0	17. 5.56,4	»		G. L. C. [2]
			6,9	56,2	»	100	J. G.
18 *m* Taureau.	6,2	Em.	7.32.15	17.10. 4	»		G. L. C. [2]
21 *k* Astérope.	6,5	Em.	8. 0.13,5	17.37.57,6	»		G. L. C. [2]
			13,4	57,5	»	100	J. G.
22 *l* Astérope..	7	Em.	8. 1.42,9	17.39.26,8	»		G. L. C. [2]
			43,2	27,1	»	100	J. G.

Remarques : [1] L'étoile est restée un instant en contact avec la Lune avant sa disparition au moment noté. [2] Émersions instantanées.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le troisième trimestre de* 1896. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, pour l'explication desquels nous renvoyons à la page 482 du présent Volume des *Comptes rendus*.

» On a obtenu 43 observations pendant ce trimestre ([1]). Voici les faits principaux qui en résultent :

» *Taches*. — La surface totale des 50 groupes notés est de 3855 millioniémes, chiffre plus élevé que celui du trimestre précédent (3167 millioniémes pour 60 groupes), mais cette augmentation en surface est due au grand groupe de septembre, dont nous parlerons plus loin, et dont la surface moyenne réduite était de 1205 millioniémes, soit une étendue presque égale à la somme des taches de juillet. Le nombre et l'étendue moyenne des taches continuent à diminuer, et cette diminution est toujours plus forte au nord qu'au sud de l'équateur.

» Le grand groupe de septembre mérite une mention spéciale à cause de ses vastes dimensions; son passage au méridien central a, effectivement, duré deux jours. Il ne s'étendait pas sur moins de 25° en longitude, avec une largeur moyenne de 5°, mais, comme l'axe du groupe était incliné d'environ 15° sur l'équateur solaire, les taches extrêmes avaient une différence de latitude de 11° à 12°. Ce groupe n'a pas subi de déplacement bien marqué en latitude, mais il a eu un mouvement propre vers l'ouest d'environ 8° pendant la traversée du disque solaire. Il a atteint, dans ce parcours, une petite tache qui était dans la période de décroissance, et il semble y avoir eu, de la part du grand groupe, une véritable action attractive sur cette petite tache qui, tout en restant à la même latitude (+11°), a subi, à partir du 17, un déplacement total d'environ 1° vers l'est. Ce groupe est le seul qui ait été vu à l'œil nu dans ce trimestre; d'autre part, le Soleil a paru sans taches un jour seulement, le 8 août.

» *Régions d'activité*. — Les facules ont continué à diminuer; on a eu, en effet, 78 groupes avec une surface de 87,7 millièmes, au lieu de

---

([1]) Les observations du 7 juillet au 6 août, au nombre de 7, ont été faites par M. Le Cadet.

114 groupes avec 108,9 millièmes. C'est toujours dans l'hémisphère boréal que leur nombre décroît le plus, car on compte 25 groupes en moins au nord (28 au lieu de 53), et 11 en moins au sud (50 au lieu de 60).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'obser-vations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet 1896. — 0,00.			
29- 6	6	1,3	−10		80
29- 4	5	1,7	−14		29
30- 4	3	3,6	−22		11
30- 4	4	6,5		+13	31
1- 2	2	7,1		+15	17
6	1	7,6		+12	8
4- 6	2	9,3	−15		24
6-13	3	12,0	−15		32
6-13	3	12,4	− 7		35
9	1	13,4	−17		34
13	1	15,6	−13		72
13-22	3	16,6	−16		55
13	1	18,6		+ 8	13
13-24	4	19,0	−21		320
18-24	3	20,1	−22		177
18-24	3	20,9		+19	115
22-24	2	24,2	−10		226
	10 j.		−15°,2	+13°,4	
		Août 1896. — 0,00.			
30	1	1,8	− 9		63
7	1	6,4	− 2		1
7	1	8,3		+ 4	2
10-11	2	10,4	−14		7
10-21	7	15,4	−21		191
13-21	5	17,7	−21		20
13-21	5	19,0		+18	41
21	1	20,1	−11		9
19	1	21,0		+14	2
		Août 1896 (suite) — 0,00.			
17-24	3	21,3	−15		18
17-27	7	22,6		+ 2	60
25- 4	8	29,8	−11		188
	16 j.		−13°,0	+ 9°,5	
		Septembre 1896. — 0,00.			
31- 1	2	1,2	−12		4
4- 5	2	2,5	− 6		6
31- 1	2	3,3	−19		2
31- 8	7	4,8	−18		75
5	1	5,0		+11	1
9-10	2	6,2	−16		65
7-12	5	8,5	−15		148
5	1	10,0		+ 3	1
8	1	10,6		+ 9	1
5-12	6	11,3	−15		64
15-16	2	12,2		+16	4
7- 8	2	12,3	−23		2
10	1	14,7		+ 2	5
9-18	7	15,5		+11	25
10-21	7	16,8 {15,9 / 17,7}		+13 {+10 / +18}	1205
12-18	4	18,1		+ 2	9
17-23	4	23,4		+13	42
21-23	2	23,4	−12		19
23	1	24,4		+12	13
21-30	4	25,7	−12		281
30	1	29,9	−19		2
	17 j.		−15°,2	+9°,2	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud. 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Juillet	»	»	3	6	3	12	5	1	4	»	»	»	17	1279
Août	»	»	2	4	2	8	4	2	2	»	»	»	12	602
Septembre.	»	»	1	9	1	11	10	4	6	»	»	»	21	1974
Totaux ..	»	»	6	19	6	31	19	7	12	»	»	»	50	3855

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.		
Juillet......	1	»	2	9	2	14	9	3	5	1	»	»	23	29,4
Août.......	»	»	3	11	4	18	10	2	4	4	»	»	28	26,9
Septembre..	»	1	3	10	4	18	9	4	4	1	»	»	27	31,4
Totaux...	1	1	8	30	10	50	28	9	13	6	»	»	78	87,7

GÉOMÉTRIE. — *Sur une Géométrie de l'espace réglé.*
Note de M. **René de Saussure.**

« On peut considérer l'espace réglé comme la représentation de la surface ponctuelle d'une sphère imaginaire de rayon $i = \sqrt{-1}$, en faisant correspondre à chaque droite réelle de l'espace un point de la sphère (¹). La longueur $p + qi$ de l'arc de grand cercle qui joint deux points de la sphère mesure la distance linéaire de ces points et le rapport $\left(\frac{p+qi}{i}\right)$ mesure leur distance angulaire, puisque i est le rayon de la sphère; de même, si P est la plus courte distance de deux droites de l'espace, Q leur angle et I un symbole unité, on dira que $(\mathrm{P} + \mathrm{QI})$ est le *distangle* et $\left(\frac{\mathrm{P}+\mathrm{QI}}{\mathrm{I}}\right)$ le *codistangle* formé par ces droites, et ces quantités complexes seront considérées respectivement comme des mesures linéaires et angulaires de l'intervalle compris entre les deux droites. Au point de vue de l'homogénéité, le symbole I sera l'équivalent d'une longueur. Pour déduire de ces définitions une géométrie réglée, il faut pouvoir soumettre ce symbole aux règles ordinaires du calcul.

» Un codistangle étant de degré nul relativement à l'homogénéité, toute fonction d'un codistangle doit être un nouveau codistangle, de sorte que l'on peut poser

$$\mathrm{F}\left(\frac{x_1 + \mathrm{I}x_2}{\mathrm{I}}\right) = \frac{y_1 + \mathrm{I}y_2}{\mathrm{I}},$$

et cette relation équivaudra à deux équations entre x_1, x_2, y_1, y_2.

(¹) Voir, pour la partie purement géométrique du sujet, un article de l'auteur publié dans l'*American Journal of Mathematics*, vol. XVIII, nº 4.

» Or on a, d'après la formule de Taylor,

$$F\left(\frac{x_1+Ix_2}{I}\right)=F\left(x_2+\frac{x_1}{I}\right)=F(x_2)+\frac{x_1}{I}\frac{dF(x_2)}{dx_2}+\ldots.$$

» Les deux premiers termes du développement représentent un codistangle, et, comme les autres termes sont d'une nature essentiellement différente et irréductible, on devra les rejeter; de sorte que l'on a simplement

$$F\left(\frac{x_1+Ix_2}{I}\right)=\frac{x_1\dfrac{dF(x_2)}{dx_2}+IF(x_2)}{I}.$$

» Ainsi on aura, par exemple,

$$\sin\left(\frac{x_1+Ix_2}{I}\right)=\frac{x_1\cos x_2+I\sin x_2}{I},$$
$$\cos\left(\frac{x_1+Ix_2}{I}\right)=\frac{-x_1\sin x_2+I\cos x_2}{I},$$
$$\operatorname{tang}\left(\frac{x_1+Ix_2}{I}\right)=\frac{\dfrac{x_1}{\cos^2 x_2}+I\operatorname{tang} x_2}{I},$$

et pour les règles élémentaires d'opérations

$$\left(\frac{a_1+Ia_2}{I}\right)+\left(\frac{b_1+Ib_2}{I}\right)=\frac{(a_1+b_1)+I(a_2+b_2)}{I},$$
$$\left(\frac{a_1+Ia_2}{I}\right)\left(\frac{b_1+Ib_2}{I}\right)=\frac{(a_1b_2+a_2b_1)+I(a_2b_2)}{I},$$
$$\left(\frac{a_1+Ia_2}{I}\right)^2=\frac{2a_1a_2+Ia_2^2}{I},$$
$$\frac{a_1+Ia_2}{b_1+Ib_2}=\frac{\left(\dfrac{a_1b_2-a_2b_1}{b_2^2}\right)+I\left(\dfrac{a_2}{b_2}\right)}{I},$$
$$d\left(\frac{u_1+Iu_2}{I}\right)=\frac{du_1+Idu_2}{I}.$$

» Ceci posé, si a, b, ... désignent des codistangles, on pourra appliquer à ces quantités toutes les formules ordinaires d'analyse, telles que

$$d(ab)=a\,db+b\,da,$$
$$\sin^2 a+\cos^2 a=1,$$
$$\sin a=a-\frac{a^3}{3!}+\frac{a^5}{5!}-\ldots,$$

et ainsi de suite. Dès lors, toute formule relative à une figure quelconque

tracée sur une sphère restera valable pour la figure correspondante dans l'espace réglé. Soient, par exemple, deux triangles sphériques a, b, c et x, y, z polaires l'un de l'autre; la figure correspondante dans l'espace sera formée de trois droites quelconques A, B, C et de leurs trois perpendiculaires communes X, Y, Z. Supposons, pour plus de simplicité, que le triangle abc soit rectangle en a, c'est-à-dire que le côté yz du triangle polaire soit égal à $\left(\frac{\pi}{2}\right)$; la figure ABC sera alors telle que les trois droites Y, A et Z forment un trièdre trirectangle, car dans ce cas on a bien

$$\text{codistangle}\,(\mathrm{XY}) = \frac{0 + \frac{\pi}{2}\mathrm{I}}{\mathrm{I}} = \frac{\pi}{2}.$$

» On peut donc appliquer à cette figure toutes les formules relatives aux triangles sphériques rectangles, par exemple,

$$\cos(\mathrm{BC}) = \cos(\mathrm{CA})\cos(\mathrm{AB}),$$

formule que l'on peut écrire

$$\cos\left(\frac{a_1 + \mathrm{I}a_2}{\mathrm{I}}\right) = \cos\left(\frac{b_1 + \mathrm{I}b_2}{\mathrm{I}}\right)\cos\left(\frac{c_1 + \mathrm{I}c_2}{\mathrm{I}}\right).$$

» Cette équation équivaut, comme l'on sait, à deux relations entre les quantités a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2, relations que l'on trouve facilement en ramenant chaque membre de l'équation à la forme $\left(\frac{\mathrm{P} + \mathrm{QI}}{\mathrm{I}}\right)$. On obtient ainsi

$$\begin{cases} \cos a_2 = \cos b_2 \cos c_2, \\ a_1 \sin a_2 = b_1 \sin b_2 \cos c_2 + c_1 \sin c_2 \cos b_2. \end{cases}$$

» Dans le cas où les droites A, B, C sont infiniment voisines l'une de l'autre, la formule précédente devient

$$\overline{d(\mathrm{BC})}^2 = \overline{d(\mathrm{CA})}^2 + \overline{d(\mathrm{AB})}^2.$$

C'est le théorème de Pythagore pour l'espace réglé, théorème qui équivaut aux deux relations

$$\begin{cases} da_2^2 = db_2^2 + dc_2^2, \\ da_1\, da_2 = db_1\, db_2 + dc_1\, dc_2. \end{cases}$$

On a aussi, dans ce cas,

$$\sin\left(\frac{y_1 + \mathrm{I}y_2}{\mathrm{I}}\right) = \frac{db_1 + \mathrm{I}db_2}{da_1 + \mathrm{I}da_2},$$

$$\cos\left(\frac{y_1 + \mathrm{I}y_2}{\mathrm{I}}\right) = \frac{dc_1 + \mathrm{I}dc_2}{da_1 + \mathrm{I}da_2},$$

$$\operatorname{tang}\left(\frac{y_1 + \mathrm{I}y_2}{\mathrm{I}}\right) = \frac{db_1 + \mathrm{I}db_2}{dc_1 + \mathrm{I}dc_2},$$

de sorte que l'on peut définir géométriquement les fonctions trigonométriques d'un codistangle comme les fonctions trigonométriques ordinaires. La théorie des surfaces réglées et des congruences de droites sera aussi identique à celle des courbes sphériques. De même, l'étude du mouvement des corps solides sera ramenée à celle du mouvement d'une figure invariable sur une sphère, en considérant le corps solide comme formé de droites au lieu de points. »

ARITHMÉTIQUE. — *Formes linéaires des diviseurs de* $x^2 \pm \mathrm{A}$ (suite). Note du P. **Pépin** [1].

« 5. *Caractères quadratiques des nombres* 5 *et* — 5. — Les nombres impairs premiers avec 5 sont renfermés dans la formule

$$20k + (1, 3, 7, 9, 11, 13, 17, 19).$$

» Ceux de ces nombres dont 5 est résidu quadratique sont diviseurs de $x^2 - 5$; ils sont représentés (II) par la forme réduite $p^2 - 5q^2$. Or, en réduisant cette forme suivant le module 20, on trouve, pour les nombres impairs,

$$p^2 - 5q^2 = 20k + (1, 9, 11, 19).$$

» Il résulte de là que les nombres premiers dont 5 est résidu quadratique sont tous renfermés dans la formule $20k + (1, 9, 11, 19)$. On ne peut pas supposer la réciproque sans la démontrer. C'est à quoi l'on parvient pour les deux formes $20k + (11, 19)$ en remarquant que l'un des deux nombres ± 5 est nécessairement résidu quadratique de tout nombre premier $4x + 3$, et l'autre, non résidu.

» Soit donc $c = 20k + (11, 19)$ un nombre premier. Si 5 n'était pas résidu quadratique de c, -5 le serait, et c serait diviseur de $x^2 + 5$. Or, les formes quadratiques du déterminant -5 sont équivalentes respectivement

[1] *Voir* p. 683 de ce Volume.

aux deux formes réduites (1, 0, 5), (2, 1, 3), et, en réduisant ces deux formes suivant le module 20, on trouve, pour les nombres impairs,

$$p^2 + 5q^2 = 20k + (1, 9), \qquad 2p^2 + 2pq + 3q^2 = 20k + (3, 7).$$

» Donc, les nombres premiers, diviseurs de $x^2 + 5$, sont tous renfermés dans la formule $20k + (1, 3, 7, 9)$. En joignant cette conclusion à la précédente et observant que les deux formes $20k + (13, 17)$ ne figurent ni parmi les diviseurs de $p^2 - 5q^2$, ni parmi ceux de $p^2 + 5q^2$, nous constatons que :

» 1° 5 et -5 sont non-résidus quadratiques des nombres premiers $20k + (13, 17)$;

» 2° 5 est résidu et -5 non-résidu des nombres premiers $20k + (11, 19)$;

» 3° 5 est non-résidu et -5 résidu des nombres premiers $20k + (3, 7)$.

» Il reste les deux formes $20k + (1, 9)$ pour lesquelles il faut démontrer qu'elles ne renferment aucun nombre premier dont 5 soit non-résidu quadratique.

» 6. Pour la forme $20k + 1$, on remarque que le polynome $x^{20k} - 1$ est algébriquement divisible par $(x^5 - 1) : (x - 1) = x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$. Si donc $20k + 1$ est un nombre premier c, on aura la congruence

$$x^{c-1} - 1 = X(x^4 + x^3 + x^2 + x + 1) \equiv 0 \quad (\text{mod. } c),$$

dans laquelle X désigne un polynome en x du degré $20k - 4$, et, en appliquant le théorème III à cette formule, on conclut que la congruence

$$4(x^4 + x^3 + x^2 + x + 1) = (2x^2 + x + 2)^2 - 5x^2$$

admet quatre racines non équivalentes suivant le module c. Le nombre 5 est donc résidu quadratique de tout nombre premier de la forme $20k + 1$.

» Pour la forme $20k + 9$, il faut recourir aux entiers complexes. Nous établirons pour cela un théorème applicable à tout nombre premier impair.

» 7. Soit n un nombre premier impair et $c = 2ln - 1$ un autre nombre premier. Désignons par p, q, a trois nombres entiers, premiers avec c, dont le troisième, a, résidu quadratique de c, vérifie la congruence

$$a^{\frac{c-1}{2}} \equiv -1 \pmod{c}.$$

» On aura par la formule du binome, en ayant égard au théorème de Fermat,

$$\begin{aligned}(p + q\sqrt{a})^c &= p^c + q^c a^{\frac{c-1}{2}} \sqrt{a} + c\mathrm{F}(p, q\sqrt{a}) \\ &= p - q\sqrt{a} + c\mathrm{F}_1(p, q\sqrt{a}),\end{aligned}$$

F et F_1 désignant deux fonctions entières de p et de $q\sqrt{a}$, dont tous les coefficients sont des nombres entiers. Multipliant par $p + q\sqrt{a}$, on obtient

$$(p+q\sqrt{a})^{2ln} = (p^2 - q^2 a) + cf(p, q\sqrt{a}),$$

$$\frac{(p+q\sqrt{a})^{2ln} - (p-q\sqrt{a})^{2ln}}{2q\sqrt{a}} = c\,\frac{f(p, q\sqrt{a}) - f(p, -q\sqrt{a})}{2q\sqrt{a}}.$$

» Le premier membre étant un nombre entier, il en est de même du second, et, comme c et q sont premiers entre eux, le second membre est un multiple de c; on a

(1) $$\frac{(p+q\sqrt{a})^{2ln} - (p-q\sqrt{a})^{2ln}}{2q\sqrt{a}} \equiv 0 \pmod{c}.$$

» Or on trouve, par la formule du binome,

(2) $$(p+q\sqrt{a})^{2l} = P + Qq\sqrt{a}, \qquad (p+q\sqrt{a})^{2l} = P - Qq\sqrt{a},$$

P et Q désignant des fonctions entières de p, q, a dont tous les coefficients sont des nombres entiers. On a, par conséquent,

(3) $$\frac{(p+q\sqrt{a})^{2ln} - (p-q\sqrt{a})^{2ln}}{2q\sqrt{a}} = \frac{(P+Qq\sqrt{a})^{n} - (P-Qq\sqrt{a})^{n}}{2q\sqrt{a}} \equiv 0 \pmod{c}.$$

» 8. Dans le cas actuel $n = 5$, $l = 4k + 2$, $c = 20k + 9$

(4) $$\left\{ \frac{(P+Qq\sqrt{a})^{5} - (P-Qq\sqrt{a})^{5}}{2q\sqrt{a}} = Q(5P^4 + 10P^2Q^2q^2a + Q^4q^4a^2) \equiv 0 \pmod{c}. \right.$$

» Le terme du degré le plus élevé en p dans le polynome Q est $2lp^{2l-1}$.

» Si donc nous supposons q déterminé et p indéterminé, la congruence $Q \equiv 0 \pmod{c}$ ne peut avoir que $2l - 1$ racines incongruentes suivant le module c. On peut, par conséquent, donner à p, et cela de plusieurs manières, une valeur telle que Q soit premier avec c. Dans ce cas, on déduit de la formule (4)

$$5P^4 + 10P^2Q^2q^2a + Q^4q^4a^2 = (Q^2q^2a + 5P^2)^2 - 5(2P^2)^2 \equiv 0 \pmod{c}.$$

» Ainsi 5 est résidu quadratique de tout nombre premier $20k + 9$. Il résulte de là et du n° 6 que les deux formes $20k + (1, 9)$ ne renferment aucun nombre premier dont 5 soit non-résidu quadratique. Par conséquent, 5 est résidu quadratique de tous les nombres premiers renfermés dans les formules $10k + (1, 9)$. En exprimant que le nombre premier c est premier

avec 3, on trouve que 5 est résidu quadratique de tous les nombres premiers renfermés dans la formule

$$c = 30t + (1, 11, 19, 29);$$

par conséquent, 5 ne peut être racine primitive d'aucun de ces nombres premiers. C'est la troisième induction de M. l'Amiral de Jonquières.

» 9. La méthode suivie dans cette Note a été exposée par Euler dans son Mémoire *De insigni promotione scientiæ numerorum*, publié dans les *Opuscules analytiques* (t. II, p. 275). Elle est fondée sur la théorie des formes réduites due à Lagrange. La solution d'Euler laisse un point obscur, signalé par Gauss en l'article 51 des *Disquisitiones;* elle suppose un théorème dont la démonstration générale ne pourrait pas se faire sans le secours de la loi de réciprocité de Legendre. Mais, pour des nombres particuliers, tels que 2, 3, 5, ..., on peut y suppléer ainsi que nous l'avons fait. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la résistance des ponts sous le passage de convois périodiques, notamment de ceux qui ont été prévus par le règlement du* 29 *août* 1891. Note de M. **Marcelin Duplaix**, présentée par M. Maurice Lévy.

« *Définitions.* — Un *convoi périodique* est constitué par une série de convois partiels identiques et disposés les uns à la suite des autres à des intervalles égaux. Le convoi partiel, dont la répétition produit le convoi périodique, s'appelle *convoi générateur*. Le *poids spécifique* Π du convoi périodique est la somme des intensités des charges qui composent son convoi générateur. La *période* λ est la distance qui sépare deux charges identiques dans deux positions consécutives du convoi générateur.

» La constitution particulière des convois périodiques a pour conséquence de faciliter le calcul des moments maxima et des flèches qu'ils développent dans les poutres droites à une travée. A cet égard, les travées multiples de la période jouissent de propriétés extrêmement simples.

TRAVÉES DONT LA PORTÉE EST UN MULTIPLE DE LA PÉRIODE.

» Théorème I. — *Lorsqu'une poutre a une portée égale à un multiple de la période d'un convoi périodique illimité, la valeur du moment de flexion, dans*

les sections correspondant aux points de division de la travée en périodes, est indépendante de la position du convoi.

» La portée de la poutre étant $n\lambda$, le moment M relatif à une section d'abscisse $m\lambda$ a pour expression

$$M = \tfrac{1}{2}m(n-m)\Pi\lambda;$$

on voit qu'il est encore indépendant du mode de répartition des charges dans le convoi générateur.

» THÉORÈME II. — *Lorsqu'une poutre a une portée égale à un multiple de la période d'un convoi périodique illimité, le moment de flexion, dans les sections correspondant aux points de division de la travée en périodes, est équivalent à celui que produirait dans les mêmes sections :*

» 1° *Soit une charge fixe uniformément répartie et ayant, par mètre linéaire, une intensité égale au quotient du poids spécifique* Π *par la période* λ;

2° *Soit un système de charges fixes et isolées, toutes égales au poids spécifique* Π *et appliquées aux points de division de la travée en période.*

» THÉORÈME III. — *Dans une section quelconque d'une poutre dont la portée est égale à un multiple de la période d'un convoi périodique illimité, le moment de flexion* M *est, à toute époque, égal à la somme :*

» 1° *Du moment* $\mathfrak{M}$ *qui serait produit dans cette section par un système de charges fixes, toutes égales au poids spécifique* Π *du convoi, et appliquées aux points de division de la travée en périodes;*

» 2° *Et du moment* μ *qui serait développé dans la même section, si l'on considérait la petite travée obtenue en détachant de la poutre la période qui renferme la section*

$$M = \mathfrak{M} + \mu.$$

» Il résulte de ce dernier théorème que le moment M atteint son maximum en même temps que le petit moment μ, et que la connaissance des moments maxima dans une poutre de portée λ suffit à déterminer les moments maxima dans toute la série des poutres de portée $n\lambda$.

» *Flèches.* — L'expression de la flèche, au milieu de la portée $n\lambda$ d'une poutre d'élasticité et de section constante, est :

» 1° Dans le cas où n est pair

$$f' = \frac{\Pi\lambda}{384\,EI} n^2 [(5n^2+2)\lambda^2 - 24r^2];$$

» 2° Dans le cas où n est impair,

$$f'' = \frac{\Pi\lambda}{384\,EI}(n^2-1)[(5n^2+7)\lambda^2 - 24r^2] + \varphi,$$

Πr^2 étant le moment d'inertie des charges contenues dans une période, par rapport à l'axe médian de cette période; φ est la petite flèche relative à la travée de portée λ.

TRAVÉES DONT LA PORTÉE N'EST PAS UN MULTIPLE DE LA PÉRIODE.

» *Moments de flexion.* — La portée de la poutre étant l, l'expression du moment de flexion dans une section d'abscisse x prend la forme

$$M = \frac{\Pi}{2\lambda} x(l-x) + \frac{l-x}{l} \Delta \frac{\lambda}{2} + \frac{x}{l} \Delta' \frac{\lambda}{2}.$$

Δ est une charge auxiliaire qui dépend du reste de la division de x par λ; Δ' est une autre charge dépendant du reste de la division de $l-x$ par λ.

» Le *terme principal* du moment, $\frac{\Pi}{2\lambda} x(l-x)$, représente le moment développé dans la section considérée par une surcharge uniformément répartie et égale à $\frac{\Pi}{\lambda}$.

» La somme des deux *termes complémentaires*, $\frac{l-x}{l} \Delta \frac{\lambda}{2} + \frac{x}{l} \Delta' \frac{\lambda}{2}$, est égale au moment qui serait produit dans la même section par les charges fictives Δ et Δ' appliquées à des distances $\frac{\lambda}{2}$ des appuis.

» *Flèches.* — La flèche au milieu d'une poutre de portée quelconque, d'élasticité et de section constantes, s'exprime en fonction des moments des divers ordres des seules charges qui peuvent être contenues dans une période.

» *Applications.* — Le Mémoire renferme les applications de la théorie précédente aux convois imposés par le Règlement du 29 août 1891 pour l'étude des ponts-routes, et qui comprennent : une file de tombereaux de 6 tonnes, à un essieu et traînés par deux chevaux; une file de chariots de 16 tonnes, à deux essieux et traînés par huit chevaux. Les efforts développés par le convoi de tombereaux ont été comparés à ceux correspondant à une surcharge uniformément répartie de 400^{kg} par mètre carré, et dont l'étude est également imposée; on a pu délimiter les régions où l'influence de l'une ou de l'autre surcharge était prédominante.

» Les surcharges types ne peuvent presque jamais être réalisées exactement au moment des épreuves, et l'on fait en sorte de conserver à $\frac{\Pi}{\lambda}$ sa valeur réglementaire. En étudiant les effets d'une modification des quan-

tités Π et λ, sans altérer $\frac{\Pi}{\lambda}$, on trouve que, pour donner à la poutre une égale capacité de résistance à tous les convois caractérisés par la constance du quotient $\frac{\Pi}{\lambda}$, il faut prévoir un excès de matière dans les sections définies par les portées $l = n\lambda$ et par les abscisses $x = m\lambda$. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité de quelques gaz à 0° et au voisinage de la pression atmosphérique.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Je me suis proposé de déterminer les volumes moléculaires d'un certain nombre de gaz par rapport à l'un d'eux, l'oxygène par exemple, à 0° et à des pressions *correspondantes*. J'ai choisi pour chaque gaz $\frac{1}{76}$ de la pression critique, c'est-à-dire autant de centimètres de mercure qu'il y a d'atmosphères dans celle-ci : les pressions correspondantes sont ainsi comprises entre 35^{cm} et 113^{cm} et, le plus souvent, voisines de la pression atmosphérique.

» Connaissant les poids moléculaires et les densités *normales* de ces gaz, il restait à déterminer leur compressibilité entre 76^{cm} et la pression ci-dessus assignée.

» Pour les gaz dont la densité est grande, comme les anhydrides sulfureux et carbonique et le protoxyde d'azote, j'ai employé avec avantage la *méthode des densités*, de Regnault (¹). Mais il est préférable, en général, de répéter l'expérience de Mariotte, en y apportant tous les soins et perfectionnements qui nous sont familiers.

» J'ai utilisé à cet effet, en guise de tube de Mariotte, un manomètre identique à celui dont Regnault se servait pour étudier la dilatation des gaz à pression constante. Mon appareil présente, toutefois, cette particularité qu'un troisième tube, situé en dehors de la cuve vitrée, peut à volonté communiquer avec les deux autres ou en être isolé. Ce tube, que l'on maintient plein de mercure, permet d'introduire ce liquide dans l'appareil doucement et sans bulles d'air.

» La branche graduée du manomètre a un diamètre intérieur de $15^{mm},4$ en moyenne; mais sa section varie de $1^{cq},865$ à $1^{cq},792$ à 0°, en passant

---

(¹) A. Leduc, *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 219.

par $1^{cq},777$ (minimum) et $1^{cq},797$ (maximum). Le calibrage en a été effectué par des pesées de mercure.

» Je crois utile d'insister à ce propos sur un point particulier. La flèche pouvant varier de $0^{mm},8$ à $1^{mm},7$, suivant que le mercure s'arrête en montant ou en descendant, et ne pouvant être maintenue constante, au moyen de secousses, qu'à $0^{mm},2$ ou $0^{mm},3$ près, il importe de préciser le niveau du mercure autrement que par la position de la base ou du sommet du ménisque.

» Or, d'une part, j'ai constaté que si l'on fait varier la flèche du ménisque entre $0^{mm},90$ et $1^{mm},65$, en laissant constante la quantité de mercure contenue dans le tube, les déplacements du sommet et de la base sont *proportionnels* aux nombres 25 et 73, ou sensiblement 1 et 3.

» D'autre part, le volume du ménisque de $0^{mm},90$ de flèche est sensiblement égal à celui du cylindre de $0^{mm},50$ de hauteur. On obtient donc le niveau moyen, tel qu'on l'eût observé en l'absence du phénomène capillaire, en retranchant de la lecture faite au sommet du ménisque $0^{mm},17 + \frac{1}{4}$ de la flèche.

» Cela posé, on introduit le gaz à étudier, pur et sec, dans cette branche graduée, de manière à la remplir à une température voisine de $0°$ et à une pression voisine de 76^{cm} de mercure. Puis on isole le gaz en fermant le robinet supérieur, et on le comprime en laissant passer du mercure de la troisième branche dans la deuxième.

» Le bain où plonge l'appareil est formé d'un mélange d'eau et de glace râpée que l'on agite au moyen d'un courant d'air très vif partant du fond de la cuve. La température en est connue au moyen d'un thermomètre divisé en dixièmes de degré et observé à la lunette. Elle est restée comprise dans une expérience entre $0°,03$ et $0°,05$, dans une autre entre $0°,05$ et $0°,11$, etc.

» La lecture des niveaux du mercure dans le manomètre est rendue précise par l'emploi d'écrans à bandes noires et blanches que l'on déplace derrière les tubes, et vivement éclairés par une lampe à incandescence.

» *Résultats.* — Représentons, à l'exemple de Regnault, l'écart de la loi de Mariotte par $\varepsilon = \frac{P_0 V_0}{PV} - 1$, les volumes V et V_0 étant ramenés à $0°$ par la formule dite *du binome*.

» Les variations de pression demeurent assez faibles pour que l'on puisse représenter ε par $A(P - P_0)$. Nous compterons les pressions en centimètres et prendrons $P_0 = 76$.

» Les résultats ont été les suivants :

» 1. *Anhydride carbonique.* — J'ai trouvé pour le coefficient A la valeur 102.10^{-6}, et l'erreur sur ce résultat ne me paraît pouvoir atteindre qu'un très petit nombre d'unités sur le dernier chiffre (millionièmes). Il est vrai que, d'après Regnault, A serait égal à 92.10^{-6} seulement entre 76^{cm} et $37^{cm},4$, et à 96.10^{-6} entre $37^{cm},4$ et $22^{cm},4$. Mais ce seul fait que le deuxième nombre, qui aurait dû être le plus petit, se trouve en réalité plus grand que le premier montre suffisamment que ces déterminations de Regnault sont entachées d'erreur.

» 2. *Protoxyde d'azote.* — A est voisin de 11.10^{-5}; mais le trop petit nombre des expériences ne me permet pas de préciser le chiffre des millionièmes.

» 3. *Acide chlorhydrique.* — Toujours à 0° et entre 76^{cm} et 120^{cm} de pression, $A = 120.10^{-6}$. A 15°, ce coefficient s'abaisse à 107.10^{-6} entre les mêmes limites de pression.

» 4. *Gaz ammoniac.* — A 0°, entre 76^{cm} et 130^{cm}, $A = 243.10^{-6}$. A la température de 14°, ce coefficient s'abaisse à 190.10^{-6}. Il est à remarquer que la variation relative de A avec la température est ici plus de deux fois plus rapide qu'avec le gaz précédent. Cette propriété est évidemment en rapport avec la position du point critique, qui est ici notablement plus élevé.

» 5. *Anhydride sulfureux.* — Ainsi que je l'ai indiqué antérieurement [1], $A = 323.10^{-6}$ à 0° et au voisinage de la pression atmosphérique.

» La considération des données critiques nous permettra de calculer, avec une approximation très satisfaisante, les valeurs de A pour les gaz qui n'ont pas été soumis à l'expérience.

» *Coefficients de dilatation.* — J'ai profité de l'occasion qui s'offrait de déterminer les coefficients de dilatation dans certaines conditions. Je rapporterai seulement ici celui du gaz ammoniac entre 0° et 14° :

1° Sous la pression constante de	115^{cm}	0,00404
2° »	76^{cm}	0,00389

» Il y a intérêt à rapprocher ces nombres du coefficient déjà trouvé pour l'anhydride sulfureux entre 0° et 20° au voisinage de la pression normale : 0,00396. »

PHYSIQUE. — *Méthode d'enregistrement photographique pour étudier la dilatation des liquides.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« La méthode qui fait l'objet de cette Communication a pour but d'enregistrer photographiquement, c'est-à-dire avec élimination de toute

---

(1) *Loc. cit.*

erreur personnelle, la dilatation des liquides en général et de l'eau en particulier, en chargeant le phénomène lui-même de sa propre représentation, sous forme d'une courbe ayant les températures pour abscisses et les volumes du liquide pour ordonnées.

» Les dilatomètres employés sont deux thermomètres à poids; l'un contient du mercure : il est destiné à faire connaître la température à chaque instant; l'autre est rempli du liquide à étudier.

» Ces thermomètres déversent la portion de liquide qui représente leur dilatation respective dans deux coupelles équilibrées, à zéro, sur les plateaux de deux balances d'égale sensibilité et dont les fléaux oscillent dans deux plans perpendiculaires. Ces fléaux sont solidaires de deux miroirs, lesquels réfléchissent deux fois un rayon lumineux qui vient donner, sur une surface photographiquement sensible, une impression continue, par suite du double mouvement des balances. Cette composition optique des deux mouvements rectangulaires est analogue aux courbes de Lissajous en Acoustique. On aura, en développant la couche sensible, la courbe représentative de la dilatation du liquide.

» En effet, les surcharges, sur chaque balance, sont proportionnelles aux dilatations, et les balances s'inclinent d'un angle dont la *tangente* est proportionnelle à cette surcharge; or la méthode du miroir donne précisément la *tangente* de cet angle. On voit ainsi que l'enregistrement donne la courbe des dilatations [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques cas anormaux de solubilité*. Note de M. **Le Chatelier**, présentée par M. Ad. Carnot.

« Dans une étude antérieure [2], j'ai montré que les courbes normales de solubilité ou fusibilité se réduisent à trois types parfaitement caractérisés :

» 1° Les corps qui, pendant la solidification, cristallisent séparément; leur courbe complète comprend deux branches s'abaissant à partir du point de fusion de chaque corps isolé et se rencontrant à angle vif. C'est le cas, par exemple, des mélanges de Na Cl et Na O, CO^2;

» 2° Les corps qui forment entre eux des combinaisons définies; leur

(1) Laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne.
(2) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 350, 415, 638, 709, 800; 1894.

courbe comprend autant de branches distinctes qu'il y a de corps isolés et de combinaisons de ces corps. C'est le cas par exemple des mélanges de $LiO.\,CO^2 + NaO.\,CO^2$;

» 3° Les corps qui forment entre eux des mélanges isomorphes cristallisant ensemble en toute proportion. Leur courbe comporte une seule branche continue réunissant les points de fusion des corps isolés. C'est le cas, par exemple, des mélanges de $KO.\,CO^2$ et $NaO.\,CO^2$.

» En poursuivant ces recherches, j'ai rencontré un groupe de sels qui ne rentre dans aucun des cas précédents : c'est celui des mélanges de sulfates alcalins avec les sulfates alcalino-terreux et les sulfates métalliques.

» En ajoutant au sulfate de soude des quantités croissantes de sulfate de chaux par exemple, le point de fusion du mélange s'élève d'abord, ce qui est en contradiction avec la loi générale d'abaissement des points de congélation et ferait penser à un mélange isomorphe. Mais cette élévation atteint bientôt un maximum pour le mélange formé d'une molécule de sulfate de soude et une demi-molécule de sulfate de chaux ; au delà le point de fusion commence à s'abaisser et la courbe reprend une des formes normales précédemment décrites. Avec le sulfate de magnésie les premières proportions de ce sel ne produisent pas d'abaissement notable du point de fusion, mais cette anomalie cesse bientôt et, à partir d'une addition de un dixième de molécule de ce sel, la courbe reprend une allure normale. Les sulfates de baryte de plomb, de cadmium sont intermédiaires entre les deux précédents.

» Je donne dans les Tableaux ci-dessous les résultats numériques relatifs aux sulfates de chaux et de magnésie. L'échelle des températures a été établie en attribuant 875° au point de fusion du sulfate de soude et 445° au point d'ébullition du soufre :

$NaO.SO^3 + CaO.SO^5$.

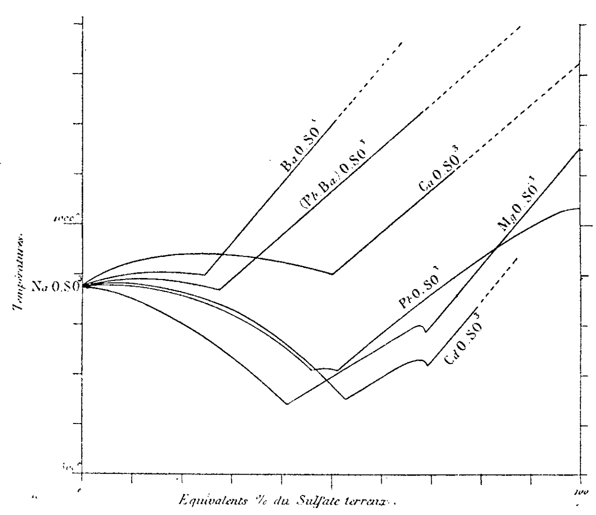
Concentration........	0	1	3	5	7,5	10	20	30	40	46	51	54	57	67	75	100
Température.........	875	884	900	912	923	930	941	938	923	912	905	925	950	1040	1130	(1350)

$NaO.SO^3 + MgO.SO^3$.

Concentration........	0	5	15	30	35	42	48	50	55	67	70	75	80	100
Température.........	875	870	830	740	690	655	675	700	730	800	795	870	925	1170

» Le Tableau graphique ci-dessous résume les résultats de mes expériences sur une série de mélanges semblables.

» Les anomalies de ces courbes de fusibilité conduiraient à penser que le sulfate de soude est isomorphe, c'est-à-dire cristallise en proportions variables, avec un certain nombre des sels doubles qu'il forme. Un fait semblable a déjà été signalé par M. Bakhuis Roozeboom pour le chlorure d'ammonium qui est isomorphe de son sel double formé avec le chlorure ferrique.



» En tout cas, l'existence de mélanges cristallisés à proportions variables du sulfate de soude avec les autres sulfates métalliques est bien certaine dans les exemples rapportés ici. On est averti de ce mode particulier de cristallisation, lorsqu'on suit la solidification de ces mélanges, par le caractère suivant. Contrairement à ce qui arrive en général dans les cas semblables, la masse liquide, au moment du commencement de la solidification du dépôt des premiers cristaux, ne devient pas brusquement opaque. Elle reste transparente, même après la solidification complète, comme le ferait un verre. Ce caractère suffit pour montrer que les cristaux formés sont tous de même nature et sont sensiblement isotropes. Pendant la suite du refroidissement, cette transparence disparaît généralement par suite des changements d'états, comme en éprouvent presque tous les corps par les changements de température. Cependant, les mélanges avec le sulfate de chaux conservent leur transparence jusqu'à la température ordinaire, ce qui permet de les examiner au microscope polarisant. On reconnaît que le sulfate de soude pur et tous les mélanges dont la concentration en sulfate de chaux (nombre de molécules du sel dans 100 molécules de

mélange) ne dépasse pas 33 pour 100, sont constitués par de grands cristaux, tous identiques entre eux, et possédant une double réfraction très faible, d'autant plus faible que la proportion de sulfate de chaux est plus forte. Il en est de même pour les mélanges de sulfate de soude et de sulfate de plomb aux concentrations inférieures à 10 pour 100, les seules qu'il ait été possible d'étudier à froid.

» A partir d'une certaine concentration, variable d'un sel à l'autre, les courbes reprennent une allure normale. On voit pour le sulfate de plomb une petite branche de courbe correspondant au sulfate double

$$PbO.SO^3 + NaO.SO^3.$$

» Pour les sulfates de magnésium et de cadmium, deux branches semblables très accentuées correspondant aux sulfates doubles

$$2(MgO.SO^3) + NaO.SO^3 \quad \text{et} \quad 2(CdO.SO^3) + NaO.SO^3.$$

» Enfin la dernière branche montante correspond à la cristallisation du sulfate métallique; dans ce cas on isole facilement des culots solidifiés, par simple lavage à l'eau, des cristaux très nets de sulfate de chaux, sulfate de baryte, sulfate de plomb, sulfate mêlé de plomb et baryte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique*. Note de M. G. **Blanc**, présentée par M. Schützenberger.

« L'action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique a été étudiée par M. Bürcker (*Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 901). Comme cet auteur opérait en présence du benzène, il se forme un produit de condensation

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \\ | \\ C-OH \\ H^2C \diagup \quad \diagdown CO \\ CH^2 | \quad | CH^2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ CH \\ | \\ C^3H^7 \end{array}$$

avec départ d'oxyde de carbone.

» Pensant que cette réaction n'était qu'un cas particulier d'un autre plus général, nous avons fait agir le chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique en présence d'un dissolvant inerte.

» Si l'on suppose que la réaction se passe d'une manière analogue en l'absence du benzène, il doit nécessairement rester

C(OH)
CH ⁄⁄ \ CO
| |
\ /

» C'est ce composé que nous avons cherché à obtenir et dont nous avons entrepris l'étude.

» Pour cela, on fait agir le chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique dissous dans le chloroforme. On traite par l'eau, puis par la potasse et l'on précipite la combinaison par l'acide chlorhydrique; finalement, on fait cristalliser dans l'alcool étendu.

» Le corps obtenu ainsi est un solide blanc, cristallisé; il fond à 132°-133° et bout à 247°-249° à la pression normale. Très soluble dans tous les solvants organiques. C'est un acide assez énergique; il déplace l'acide carbonique, mais il est insensible à l'orangé III.

» Sa formule est $C^9H^{14}O^2$, ainsi que le prouve l'analyse.

» On peut aisément se rendre compte de la formation du composé $C^9H^{14}O^2$ de la manière suivante :

/CO
O |
\C
H^2C / \ CO
| | $+ Al^2Cl^6 = CO +$
\ /

Cl OAl^2Cl^5
\ /
C
CH^2 / \ CO
| | $= ClH +$
\ /

$C - OAl^2Cl^5$
CH ⁄⁄ \ CO
| |
\ /

» Ce dernier composé, traité par l'eau, donnant finalement l'acide en question, $C^9H^{14}O^2$.

» L'acide $C^9H^{14}O^2$ donne des sels bien caractérisés; ceux de sodium, potassium, calcium, baryum sont solubles dans l'eau; ceux de plomb, zinc, cuivre, cobalt sont des précipités très solubles dans l'éther.

» *Éthers.* — On les obtient aisément par la méthode de Meyer.

» *Éther méthylique* $C^9H^{13}O, OCH^3$. — Liquide mobile bouillant à 203°-204° ($H = 760$).

Analyse.

	Trouvé.	Calculé par $C^9H^{13}O, O^2CH^3$.
C.........	71,07	71,40
H.........	9,6	9,52

» *Éther éthylique.* — Liquide bouillant à 214°.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé par $C^9H^{13}O, OC^2H^5$.
C.........	72,8	72,53
H.........	9,74	9,89

» *Éther propylique normal.* — Liquide bouillant à 233°-235°.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé par $C^9H^{13}O, OC^3H^7$.
C.........	73,5	73,4
H.........	10,6	10,2

» *Éther isobutylique.* — Liquide bouillant à 241-243° :

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^9H^{13}O.OC^4H^9$.
C...............	73,7	74,2
H...............	10,5	10,47

» Les éthers de l'acide $C^9H^{14}O^2$ sont très aisément saponifiés par la potasse alcoolique et l'acide sulfurique concentré.

» *Chlorure d'acide* $C^{19}H^{13}OCl$. — On l'obtient en traitant l'acide par le pentachlorure de phosphore; on fractionne ensuite dans le vide. Liquide mobile bouillant à 100-102° ($H = 40^{mm}$) et à 212-214° ($H = 760$) en se décomposant.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^9H^{13}OCl$.
Cl...............	20,8	20,5

» Il possède toutes les propriétés des chlorures d'acides en général.

» Traité par le gaz ammoniac, l'aniline, la phénylhydrazine, en solution éthérée, il donne respectivement l'amide, l'anilide et l'hydrazide.

» *Amide* $C^3H^{13}OAzH^2$. — Beaux cristaux clinorhombiques fondant à 129-130°; très solubles dans l'alcool, très peu solubles dans l'éther de pétrole.

» *Anilide* ($C^9H^{13}O.AzH.C^6H^5$). — Ressemble beaucoup à l'amide. Fond à 104°.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^9H^{13}O.AzH.C^6H^5$.
Az..............	6,20	6,11

» *Hydrazide* $C^9H^{13}O.(AzH)^2C^6H^5$. — Très beaux cristaux durs et brillants appartenant au type clinorhombique; fondant à 130°.

» L'amide, l'anilide, l'hydrazide ne sont saponifiés ni par la potasse alcoolique, ni par l'acide sulfurique.

» Nous continuons cette étude au point de vue de la constitution même de l'acide $C^9H^{14}O^2$ (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de rose.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Chiris**, présentée par M. Friedel.

« L'étude que nous avons faite de l'eau de rose nous a donné des résultats qui viennent corroborer un des faits les plus intéressants de l'histoire de l'essence de rose : la présence d'un *éther* au nombre des constituants de cette essence.

» Ce fait vient d'être mis en lumière par MM. J. Dupont et J. Guerlain (*Comptes rendus,* t. CXXIII, p. 700) qui, ayant soumis, pendant une heure, l'essence de rose à l'ébullition avec la potasse alcoolique, ont constaté d'abord une diminution sensible du pouvoir rotatoire. Après séparation du géraniol et entraînement à la vapeur d'eau, ces chimistes ont traité, avec un petit excès d'acide sulfurique, la liqueur alcaline provenant de la saponification et extrait au moyen de l'éther un acide sirupeux odorant.

» Opérant sur un grand nombre d'échantillons d'eau de rose, nous avons remarqué que cette eau renferme un acide provenant sans doute de la saponification de l'éther de l'essence pendant la distillation.

» L'eau de rose essayée a exigé, pour être neutralisée, 1^{cc} de potasse demi-normale, c'est-à-dire $0^{gr},00028$ de KOH, ce qui correspond à $0^{gr},0003$ d'acide acétique par litre, ou à la saponification de $0^{gr},00098$ d'éther exprimé en $C^{10}H^{17}$, OCO — CH^3, par litre d'eau qui distille.

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie du Val-de-Grâce.

» Si l'on tient compte de la faible proportion d'essence que contiennent les fleurs et des grandes masses d'eau mises en jeu, on voit que la distillation introduit un facteur d'altération très considérable.

» Les produits sur lesquels nous avons opéré avaient été obtenus avec toutes les précautions nécessaires : la saponification avait donc été atténuée dans la mesure du possible; aussi sommes-nous persuadés que, en employant des appareils aussi rudimentaires que ceux qui sont en usage chez les Orientaux, nous aurions obtenu des eaux sensiblement plus riches en acide.

» Si, comme les roses françaises, les roses turques renferment une essence éthérée, la destruction de l'éther pendant la distillation pourrait être une des causes pour lesquelles le parfum de cette dernière essence est moins suave que celui de l'essence française.

» En comparant le pouvoir rotatoire des produits de diverses origines on voit que les chiffres fournis par l'essence de rose turque sont plus faibles que ceux donnés par l'essence française.

» Cette différence s'explique parfaitement par la saponification de l'éther fortement lévogyre dont la présence se trouve confirmée par celle d'un acide dans l'eau de rose. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un nouveau ferment du sang.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans des Notes antérieures (*Comptes rendus,* t. CXIV, p. 371 et 432) j'ai montré que les aliments amylacés se transforment presque intégralement en graisses dans l'organisme, avec dégagement de CO^2 sans accession d'oxygène correspondant; la graisse est donc la seule réserve un peu importante hydrocarbonée. Depuis, je me suis demandé comment ces réserves graisseuses pouvaient être remises en circulation et être utilisées par l'organisme.

» Les graisses ne sont pour ainsi dire pas attaquées par le carbonate de sodium à la température du corps; il n'était donc pas possible que la faible alcalinité du plasma sanguin suffît à les saponifier; j'ai donc cherché si le sang ne contiendrait pas un ferment capable de réaliser cette attaque.

» Les graisses naturelles se prêtent mal à cette étude; par leur insolubilité, par celle des acides gras qui résultent de leur dédoublement, elles ne sont guère mouillées par le sang qui n'a sur elles qu'une action fort

lente. Aussi je me suis adressé d'abord aux éthers à acides gras proprement dits, et, plus particulièrement, à un éther peu soluble dans l'eau, mais facilement émulsionnable, *la monobutyrine*, découvert par M. Berthelot, qui a signalé sa facile saponification par le suc pancréatique. A l'aide de ce réactif on peut aisément suivre la marche de la saponification, lorsqu'elle a lieu en titrant au carbonate de sodium l'acide butyrique mis en liberté.

» J'ai d'abord constaté que le sérum du sang saponifie aisément et très activement la monobutyrine, quand la solution est neutre ou légèrement alcaline; mais cette saponification se ralentit considérablement si l'on n'a pas soin de saturer au fur et à mesure l'acide mis en liberté. De plus, pour des temps égaux, et en employant des quantités égales de butyrine, l'acidité croît régulièrement avec la quantité de sérum employée, ce qui permet, jusqu'à un certain point, de comparer entre elles les activités des divers sérums, et, par suite, leur richesse en ferment. Dans les déterminations de ce genre, on ne doit tenir compte que des résultats obtenus dans les premières heures, car l'action se ralentit par suite d'un phénomène sur lequel je reviendrai.

» Pour bien établir qu'il s'agit, dans ces expériences, d'une véritable fermentation diastasique, j'ai opéré aseptiquement de façon à écarter l'influence des ferments figurés. D'ailleurs, l'acidité n'apparaît pas dans des tubes témoins contenant, l'un de la butyrine seule à la même dilution, l'autre du sérum seul. Enfin, dans une dernière expérience, j'ai porté du sérum à 90° pour détruire la diastase et j'ai constaté qu'il ne pouvait plus acidifier la solution de butyrine.

» Les chiffres suivants représentent les nombres de gouttes d'une solution à 5^{gr} par litre de carbonate de sodium nécessaires pour neutraliser 10^{cc} d'une solution de monobutyrine à 25 pour 10 000.

» Ils montrent aussi l'influence de la proportion de ferment.

Temps.	Sérum seul.	Butyrine seule.	Butyrine et $0^{cc},5$ sérum.	Butyrine et 1^{cc} sérum.	Butyrine et 1^{cc} sérum.	Butyrine et sérum chauffé.
20^{m}......	0	0	4	9	9	0
40......	0	0	8	17	17	0
60......	0	0	12	24	24	1
80......	0	0	16	32	31	1
170......	1	1	27	50	49	1
305......	1	2	39	66	66	2

» J'ai vérifié également que les huiles et les graisses naturelles sont saponifiées par le sérum, mais ici l'action est plus lente et ne peut être suivie aussi simplement; on est forcé d'isoler l'acide gras formé; cette saponification des graisses naturelles a trop d'importance pour que je ne la traite ici qu'en passant; je me propose de lui consacrer une Note spéciale.

» J'ai de plus constaté que l'air n'intervient pas dans le phénomène qui se passe également bien à l'abri de l'oxygène.

» Ce ferment, pour lequel je proposerai le nom de *lipase*, est très stable; il persiste dans le sérum pendant fort longtemps; au bout de huit jours, il m'a paru aussi actif qu'au début de l'expérience.

» La présence de la lipase partout où il y a une réserve graisseuse à utiliser, aussi bien dans les végétaux que dans les animaux, comme je le montrerai dans une prochaine Communication, montre que les phénomènes de la dénutrition semblent, chez les animaux et les plantes, s'exercer comme ceux de la digestion par l'intermédiaire des ferments solubles. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une méthode chimique d'appréciation de la valeur boulangère des farines de blé*. Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Aimé Girard.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai montré comment les deux produits constitutifs principaux du gluten des farines de blé concourent, par les différences de leurs caractères physiques, à assurer à ce gluten les propriétés agglutinatives particulières qui permettent de le séparer de l'amidon que ces farines contiennent par un simple malaxage sous un courant d'eau. Pour appuyer cette démonstration, j'ai insisté sur ce fait que les farines des céréales: seigle, orge, riz, maïs, sarrazin, dont le gluten est inextractible par le même procédé, contiennent des quantités très faibles de gliadine, c'est-à-dire du principe agglutinant et ne donnent à la panification que des produits compacts, d'une digestion difficile.

» Or, en examinant de plus près les glutens que j'ai eu l'occasion d'extraire de nombreux échantillons de farines de blés tendres et de blés durs, j'ai observé immédiatement que ces glutens présentent entre eux des caractères physiques très différents et qu'il est possible de les diviser en trois

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 327.

catégories distinctes : 1° glutens éminemment élastiques, dont on élimine facilementl'excès d'eau par compression dans les mains et s'affaissant très peu pendant la dessiccation à l'étuve; 2° glutens plus secs et plus cassants que les précédents, d'une dessiccation facile, entre les mains d'abord, et à l'étuve ensuite; 3° glutens très tendres, s'allongeant facilement, mais très peu élastiques, s'attachant à la peau dès le début de la dessiccation entre les mains, coulant et prenant, à l'étuve, la forme des vases dans lesquels on les maintient.

» J'ai cherché naturellement l'explication de ces différences de propriétés physiques et j'ai vérifié qu'elles sont dues à la variation de la composition centésimale des glutens examinés en gluténine et en gliadine. Songeant alors à l'influence que doivent nécessairement exercer, sur les farines soumises à la panification, des glutens aussi différents d'allure, j'en ai conclu qu'il n'était peut-être pas impossible d'instituer une méthode d'appréciation de la valeur boulangère des produits de la mouture, méthode basée sur un contrôle absolument chimique, dépourvue, par conséquent, de toutes les erreurs que comportent les méthodes préconisées jusqu'ici.

» C'est l'exposé de cette méthode d'appréciation de la qualité du gluten qui fait l'objet de la Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Tenant compte de cette observation que la conglutine du blé ne forme qu'une proportion très faible du gluten et qu'il n'y a, par conséquent, aucun intérêt à la peser séparément, on opère le dosage de la gliadine et de la gluténine de la farine à examiner de la façon suivante :

» Dans un flacon à large ouverture, bouchant à l'émeri, on introduit 80^{cc} d'alcool à 70° alcalinisé, dont on connaît exactement le titre (3^{gr} environ de potasse pure par litre), quelques perles de verre, puis, divisé en petits fragments, le gluten provenant de $33^{gr},33$ de farine, tel qu'on le retire de la farine sous un filet d'eau. On agite fréquemment et lorsque la dissolution est complète, c'est-à-dire après trente-six, quarante-huit heures quelquefois, on fait passer jusqu'à refus un courant d'acide carbonique. On verse alors le liquide dans une fiole jaugée à 110^{cc} et l'on complète jusqu'au trait avec l'eau de lavage. On agite alors vivement et l'on prélève 20^{cc} de la liqueur qu'on introduit dans un vase taré qu'on porte à l'étuve. D'autre part, on filtre une partie de la solution pour éliminer la gluténine insoluble, et l'on évapore à ec dans un second vase taré 20^{cc} de la liqueur claire. Après dessiccation complète, on pèse, et, en retranchant du poids de l'extrait la quantité de carbonate de potasse contenu dans les 20^{cc} de l'alcool employé, on a, par un simple calcul, d'une part la quantité de gluten total et la quantité de gliadine, d'autre part, par différence, la quantité de gluténine. On rapporte les quantités de ces deux dernières substances à 100 du gluten total.

» Lorsque la quantité de gluten contenu dans la farine atteint 9-10 pour 100, il est préférable d'opérer la désagrégation avec 150cc d'alcool potassé et de compléter ensuite à 200cc avec de l'eau distillée.

» Parmi les nombreuses analyses que j'ai faites au moyen de cette méthode, je choisis les trois suivantes, qui montrent dans quelles limites peut varier la composition immédiate du gluten des farines de blés tendres.

	Gluten total pour 100 de farine.	Gluténine pour 100 du gluten.	Gliadine et conglutine pour 100 du gluten.
1	9,87	24,90	75,10
2	12,09	33,20	66,80
3	7,44	17,80	82,20

» A la suite de ces essais quantitatifs, j'ai prié M. Lucas, directeur du laboratoire des farines douze marques, que je tiens à remercier de son bienveillant concours, de soumettre à la panification, dans des conditions déterminées sur lesquelles il m'est impossible de m'étendre ici, des échantillons de farine dont la composition du gluten avait été parfaitement déterminée; et de ces essais pratiques, méthodiquement répétés, j'ai pu tirer les conclusions suivantes :

» 1° Quelle que soit la quantité de gluten contenu dans une farine, celle-ci fournira un pain d'autant meilleur au point de vue de son développement, et par conséquent de sa facile digestion, que son gluten se rapprochera plus de la composition centésimale suivante : gluténine, 25 ; gliadine, 75 ; soit le rapport $\frac{1}{3}$.

» 2° Le pain fait avec une farine dans laquelle la quantité de gluténine atteint 20, et la quantité de gliadine 80 pour 100 du gluten total, soit le rapport $\frac{1}{4}$, se développe bien à la fermentation, mais s'aplatit et redevient compact pendant la cuisson ; pour une telle farine, la quantité d'eau qu'on emploie normalement pour le travail est toujours trop élevée et la pâte ne peut être faite qu'avec un excès du produit.

» 3° Lorsque le gluten d'une farine atteint la composition centésimale : gluténine, 34 ; gliadine, 66 ; soit à peu près le rapport $\frac{1}{2}$, la pâte obtenue ne se développe ni à la fermentation ni au four, le pain reste compact et indigeste, la farine ne se travaillant plus qu'avec une extrême difficulté.

» 4° Si l'on admet comme type le pain fait avec la farine dont le gluten présente la composition centésimale indiquée en premier, le pain fait avec une farine dont le gluten s'écarte de 2 pour 100 au-dessus ou au-dessous de cette composition présente déjà des différences qu'un expert peut facilement apprécier.

» Dans une prochaine Communication, je me propose de montrer, à l'aide de cette méthode, que l'amande du grain de froment contient, du centre à la périphérie, des couches de gluten dont la composition centésimale en gluténine et en gliadine peut varier dans de larges proportions. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine de la lèpre de la Betterave.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

« M. Trabut a fait connaître ([1]), en 1894, une maladie qui menaçait la culture de la Betterave en Algérie. Sur l'emplacement des premières feuilles cueillies, on voyait apparaître des tubercules « noueux comme ceux de la lèpre », formés aux dépens des feuilles ou des bourgeons. M. Trabut établissait en même temps que les déformations lépreuses sont l'œuvre d'un parasite, caractérisé par des spores brunes formant une poussière charbonneuse comme celles des Ustilaginées. Considérant l'espèce comme nouvelle, il la nomma *Entyloma leproideum.*

» Mais ce parasite présente, même dans ses spores, d'évidentes différences avec les *Entyloma;* aussi l'auteur abandonna-t-il bientôt ([2]) sa première détermination, pour se ranger à l'opinion de M. Saccardo qui en faisait le type d'un genre nouveau d'Ustilaginées sous le nom d'*Œdomyces leproides*.

» Grâce à l'obligeance de M. Trabut, j'ai pu étudier des fragments des tumeurs qui avaient servi à ses propres recherches et à celles de MM. Saccardo et Mattirolo ([3]). Le parasite de la Betterave n'est pas un nouveau type d'Ustilaginée, mais une espèce de Chytridinée anciennement connue sous le nom de *Cladochytrium pulposum* Fischer (*Physoderma pulposum* Wallroth, 1833). M. Trabut, à qui je fis part immédiatement de mon diagnostic, n'y fit aucune objection. Il reconnaît que « beaucoup de caractères des Ustilaginées font défaut au prétendu *Œdomyces* » ([4]).

([1]) L. Trabut, *Sur une Ustilaginée parasite de la Betterave,* Entyloma leproideum. (*Comptes rendus,* 4 juin 1894.)

([2]) L. Trabut, *Sur une Ustilaginée parasite de la Betterave,* Œdomyces leproides. (*Revue générale de Botanique*, t. VI, 1894.)

([3]) Saccardo e Mattirolo, *Contribuzione allo studio dell'* Œdomyces leproides *Sacc.* (*Malpighia*, anno X, 1895.)

([4]) On trouvera, dans un prochain fascicule du *Bulletin de la Société botanique de France*, la description détaillée de ce parasite et les preuves de son identité avec le *Cladochytrium pulposum.*

» Je n'insisterai pas sur l'intérêt biologique de cette détermination. Les lésions produites chez la Betterave ressemblent aux œuvres habituelles de plusieurs Chytridinées, tandis que le parasitisme des Ustilaginées provoque des réactions d'une tout autre nature.

» Je veux seulement en signaler l'importance agricole. On ignorait la provenance du parasite de la Betterave, puisqu'on l'attribuait à une espèce inconnue sur tout autre végétal. On sait, au contraire, que le *Cladochytrium pulposum* est répandu sur les espèces les plus diverses de Chénopodées. En Silésie, Schrœter l'a récolté sur l'*Atriplex patula*, sur les *Chenopodium glaucum, rubrum, urbicum*. M. Trabut avait donc raison d'incriminer les *Beta vulgaris*, qui abondent en Algérie à l'état sauvage. Il faut, en outre, considérer comme suspectes les autres Chénopodées vulgaires et rechercher sur elles le parasite. Les tumeurs atteignent une dimension exceptionnelle sur la Betterave, grâce à la masse des réserves que le parasite peut détourner de leur emploi normal. Les déformations sont moins apparentes sur les herbes spontanées; elles se réduisent à des verrues aplaties ou hémisphériques, mesurant 1^{mm} à 2^{mm} de longueur. Telles sont les lésions qui signaleront la présence du parasite sur les tiges, les feuilles, le périanthe des Chénopodées. Dès qu'on les découvrira, on saura quels risques court la culture des Betteraves.

» L'extirpation des Chénopodées sauvages, au voisinage des champs de Betteraves, est une mesure recommandable. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Nouvelles observations sur la maladie de la Gale de la Pomme de terre*. Note de M. **E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« Dans une Note précédente, j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie quelle était la cause première de cette Gale. J'ai pu suivre, cette année, les divers progrès de la maladie dont la propagation est singulièrement rapide, car le jardin dans lequel je comptais faire des expériences à son sujet, en me servant de grands pots pour y faire des *cultures réservées* avec des tubercules galeux, m'en a donné un exemple frappant. Une centaine de pieds de Pommes de terre de diverses variétés, qui se trouvaient cultivés dans ce jardin, ont tous été de ce fait plus ou moins contaminés, et cependant les pots qui contenaient les tubercules galeux étaient distants de nombre de ces pieds de Pommes de terre de plus de douze mètres, et se trouvaient placés dans des plates-bandes séparées par

des allées d'un mètre de large. Bien que je n'aie pas fait d'expérience précise pour vérifier le rôle tout spécial qu'ont dû jouer d'assez nombreux lombrics dans cette contamination générale, je crois être autorisé à les considérer comme ayant été les agents de transport du *Micrococcus pellicidus* sur les tubercules devenus galeux, la viscosité de leurs anneaux sétigères me paraissant apte à les faire s'imprégner du mucus du Microcoque, d'autant plus que je n'ai remarqué dans le jardin aucun autre animal fouisseur capable d'opérer cette dissémination, et qu'à l'arrachage il se trouvait toujours nombre de lombrics entre les tubercules.

» Quoi qu'il en soit, je vais résumer mes observations sur ce que j'ai pu ainsi facilement constater.

» La maladie de la Gale a trois stades de développement : le premier stade débute constamment par les petites pustules ponctiformes que j'avais obtenues dans ma première expérience du printemps; sur les variétés rouges, ces pustules exiguës sont blanchâtres; elles sont brunâtres sur les variétés jaunes et violettes, tandis que sur les variétés panachées de rouge elles simulent des ponctuations carminées, par suite d'une formation toute spéciale de matière colorante que le tubercule semble opposer aux points d'attaque.

» Le deuxième stade est caractérisé par la présence de crevasses, en général peu profondes, qui rayonnent plus ou moins régulièrement autour des pustules ponctiformes primordiales. Ces crevasses sont brunâtres sur toutes les variétés.

» Enfin, dans le troisième stade, les crevasses brunâtres se creusent, s'étendent et même parfois se rejoignent, au point qu'elles peuvent de la sorte couvrir toute la surface des tubercules. Les variétés hâtives ne présentent d'ordinaire la maladie qu'à son premier stade; les demi-hâtives la montrent déjà au deuxième stade, et les tardives soit au deuxième, soit au troisième stade. Le développement que prend successivement le Microcoque m'a paru coïncider, en effet, avec les pluies du printemps, d'été et d'automne, et l'humidité plus grande du sol être en relation directe avec l'extension que prend la maladie. En somme, cette maladie de la Gale de la Pomme de terre, toute superficielle, est à peine visible à son premier stade; elle l'est un peu plus au deuxième, mais ce n'est guère qu'au troisième stade qu'elle commence véritablement à être préjudiciable.

» J'ai fait des recherches microscopiques sur les causes efficientes qui pourraient concourir avec le Microcoque à produire les crevasses brunâtres caractéristiques de la maladie, et, contre mon attente, j'ai été conduit à reconnaître que le *Bacterium Bolleyi* ne produisait pas tous les effets qu'il me semblait devoir lui être attribués. Je ne l'ai trouvé que rarement, dans les crevasses profondes, et toujours à l'état de Zooglées. Son action me paraît assez restreinte, car je ne l'ai jamais vu envahir complètement les cellules, ni attaquer les tissus d'une façon perceptible.

» De son côté, le *Micrococcus pellicidus* ne se présente jamais non plus en grandes masses : il se contente de traverser les parois cellulaires et de vivre aux dépens des matières plasmatiques des cellules. Il porte ainsi la mortification dans tout le tissu épidermique où il pénètre, et ne se laisse voir souvent que sur les parois mêmes des cellules récemment envahies.

» Une autre cause efficiente a été signalée comme étant produite par une Mucédinée que j'ai longtemps cherché en vain à découvrir : c'est l'*Oospora Scabies* du Dr Thaxter. J'ai fini cependant par en constater la présence dans mes préparations microscopiques, faites avec d'infimes parcelles du tissu mortifié et spongieux, détachées des crevasses galeuses. Mais cette découverte tardive m'a mis sur la voie de recherches toutes nouvelles, car j'ai d'abord été fort surpris de ne trouver cet *Oospora* que lorsque les tubercules galeux présentaient en même temps une autre maladie, le Rhizoctone de la Pomme de terre (1). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la formation actuelle de zéolites sous l'influence du ruissellement superficiel.* Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« La question de l'origine des zéolites attire, de longue date, l'attention des minéralogistes. La fréquence de ces minéraux dans les roches volcaniques a fait penser, pendant longtemps, qu'une température, relativement élevée, était nécessaire à leur formation. La découverte, faite par Daubrée, de nombreuses zéolites, dans les bétons romains de diverses sources thermales dont la température est inférieure à 100°C. (70°C. Plombières, 68° à 58° Bourbonne, 46° Luxeuil), a porté un premier coup à cette théorie. Plus récemment, les draguages du *Challenger* ont rapporté, des profondeurs de l'Océan, des boues volcaniques riches en petits cristaux d'une zéolite, la *christianite*, formés par la simple action de l'eau de mer sur des roches basiques, à une température voisine de 0°. Le but de cette Note est d'apporter des documents nouveaux sur cette question.

» J'ai montré que les zéolites sont extraordinairement abondantes dans les Pyrénées, où je les ai rencontrées dans des filons métallifères, dans des roches éruptives (granites, granulites, diabases, diorites, labradorites et andésites), dans les schistes cristallins (gneiss, micaschistes, cipo-

(1) Les observations que j'ai faites à ce sujet feront l'objet d'une autre Note explicative, traitant des rapports de la maladie de la Gale avec ce Rhizoctone.

lins), dans des roches paléozoïques de toute nature, et jusque dans des calcaires jurassiques métamorphisés.

» Dans les filons métallifères, les zéolites sont contemporaines du remplissage de ces derniers; c'est ainsi qu'aux mines d'Anglas, près les Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées), l'*harmotome*, la *heulandite* et la *stilbite*, accompagnées d'albite, de chlorite, de quartz et de blende, se trouvent aussi bien implantées sur la blende qu'englobées par elles.

» La formation de la stilbite dans la source thermale d'Olette, signalée autrefois par Bouis, se rattache intimement au mode de production précédent, et il faut peut-être en rapprocher la formation du magnifique gisement de Cambo. J'y ai observé [1], dans des fentes du gneiss, perpendiculaires ou obliques au rubanement, de vastes surfaces couvertes de *stilbite*, de *chabasie* (les cristaux dépassent $1^{cm},5$), de *heulandite*, d'*analcime*, de *lumontite*, etc. Il semble que, dans ce cas, une partie des éléments nécessaires à la production des zéolites, a été apportée, bien que dans de nombreux cas, on puisse observer la corrosion sur place de la roche zéolitifère.

» Les gisements qui font plus particulièrement l'objet de cette Note ont une origine tout autre. Ils se trouvent dans la haute montagne, ne sont plus localisés dans des fentes et se présentent dans des conditions ne permettant plus de faire intervenir des sources thermales pour l'explication de leur origine.

» Dans le ravin du Bastard (Ariège), qui fait communiquer le port de Massat avec la vallée du même nom, le ruisseau est creusé à proximité de l'étang de Lherz dans une série de micaschistes granulitisés, de roches riches en grenat, en dipyre, en plagioclases basiques et en amphibole. Celles-ci sont très altérées, fendillées et *imprégnées* par de la *chabasie*, de la *stilbite*. Les zéolites n'existent que dans le lit du ruisseau et sur ses parois; je n'en ai pas trouvé traces dans les roches similaires qui constituent les rochers dominant au nord le ravin. Il y a donc une relation nécessaire entre la décomposition de ces roches et le ruissellement. La formation des zéolites est en outre un *phénomène actuel*, car il n'est pas rare de trouver des fragments éboulés de roches, soudés au rocher par un enduit de chabasie.

» Dans le massif du pic Saint-Barthélemy (col de Girabal, etc.) et surtout au sud d'Ax (vallée de Paraou, coume de Deilla, vallées de Laurenti,

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 967; 1890.

de Balbonne, ravins aboutissant au roc Blanc, vallées de L'Estagnet, de Rabassoles, etc.), c'est sous l'influence de l'eau, résultant de la fonte des neiges, que s'est produite une extraordinaire abondance de zéolites. Les minéraux peuvent être surtout recueillis sur le versant nord-est, nord et nord-ouest des cols, dans les couloirs d'avalanches qui sont souvent *pavés* de cristaux de chabasie et de laumontite.

» Le col de Terre-Noire, au-dessus du lac de Naguille, est des plus caractéristiques à cet égard. Sur son versant nord, regardant la coume de Deilla, le granite, rendu très basique par endomorphisme au contact de calcaires, s'émiette, chacun de ses fragments étant imparfaitement soudé au voisin par de la laumontite. La décomposition est strictement limitée au couloir, rempli de neige pendant l'hiver et le printemps; la laumontite n'existe pas dans les roches intactes qui le bordent. On comprend qu'à partir du commencement de la fonte des neiges la roche, fendillée par les gelées, est constamment imprégnée d'eau tombant goutte à goutte et ainsi facilement décomposée. L'examen microscopique montre que la laumontite se forme *sur le cadavre* des feldspaths; elle se concentre aussi dans les fissures de la roche.

» Cette observation peut se généraliser dans toute cette région, et il n'est pas rare d'y trouver sous les névés de menus fragments de roche, recouverts de délicates cristallisations de chabasie, qui excluent toutes hypothèses de transport de cristaux aussi tendres et aussi fragiles.

» En résumé, on voit que, dans les Pyrénées, des zéolites (*chabasie*, *stilbite*, *laumontite*, etc.) se forment actuellement par décomposition sur place de roches à feldspaths basiques et à dipyre : cette décomposition est le résultat de l'action de l'eau presque pure, à la température de la glace fondante ou à une température qui, au ravin du Bastard, ne dépasse certainement pas 15°C.

» Les faits, qui viennent d'être exposés, expliquent d'une façon toute naturelle la grande abondance des zéolites dans la région considérée et donnent la raison de la présence constante, que j'ai antérieurement signalée, des zéolites dans ses roches métamorphiques, — dans les calcaires et dans les marnes calcaires jurassiques, modifiées par la lherzolite et les ophites; dans les calcaires métamorphisés par le granite, dans les granites endomorphisés au contact des calcaires, — enfin dans les ophites dipyrisées.

» Toutes ces roches possèdent, en effet, les éléments minéralogiques altérables nécessaires à la formation des zéolites calciques ou sodical-

ciques, c'est-à-dire les plagioclases basiques et le dipyre, et elles se trouvent très fréquemment, en outre, dans les conditions topographiques et climatériques favorables qui ont été indiquées plus haut. »

PALÉONTOLOGIE. — *De l'application des rayons de Röntgen à la Paléontologie.* Note de M. **Lemoine**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les photographies dont je présente des spécimens à l'Académie ont été faites à l'aide des rayons Röntgen, sur quelques-unes des pièces fossiles que j'ai recueillies aux environs de Reims ([1]).

» On peut juger de la facilité avec laquelle les rayons Röntgen traversent les parois fossilisées des pièces osseuses, en apparence les plus opaques, et mettent en évidence des détails que les coupes les mieux réussies n'auraient pu fournir que pour un seul plan, en admettant que la valeur scientifique d'échantillons aussi rares, en même temps que leur fragilité n'aient pas été un obstacle absolu à des tentatives de ce genre.

» Au premier coup d'œil, on voit apparaître la configuration celluleuse des ossements provenant du grand oiseau de Cernay, le *Gastornis,* ainsi que celle du *Remiornis.* On peut en juger en considérant les figures des vertèbres, d'un corps d'humérus, d'un radius, d'un métacarpe et de phalanges du pied.

» J'appelle également l'attention sur les pièces osseuses provenant de divers Reptiles. J'insiste sur l'homogénéité d'un humérus de Simœdosaure, qui forme le contraste le plus absolu avec les os d'oiseau.

» Les pièces osseuses de Poissons sont assez nombreuses. Quelques-unes proviennent du Lépidosté, de l'Amia et de divers Squales. Une pièce vertébrale de Requin a une importance spéciale, car elle révèle la possibilité d'appliquer avec facilité les nouveaux principes proposés pour la classification si difficile de ces Poissons, principes basés sur la conformation intérieure des corps vertébraux.

» Les échantillons provenant des Mammifères sont rassemblés en assez grand nombre sur d'autres plaques. Ils proviennent de la faune cernay-

---

([1]) Je dois remercier M. le Dr Remy, chef des travaux histologiques à la Faculté de Médecine, et M. Contremoulins, son préparateur. Le premier a bien voulu mettre à ma disposition l'installation de son laboratoire, et c'est au précieux concours du second que je dois ces photographies.

sienne et de la faune agéienne des environs de Reims. J'y ai joint quelques pièces des phosphorites que M. Filhol a bien voulu m'offrir. Je signale particulièrement un fragment de crâne du *Pleuraspidotherium*, qui nous permet de nous faire une idée exacte de la configuration de l'encéphale d'un type si ancien. Tous les détails relatifs aux canaux nourriciers des maxillaires, de tailles très diverses, sont mis en évidence, ainsi que la disposition tant extérieure qu'intérieure de la couronne et des racines des dents.

» Il est inutile d'insister sur l'intérêt de renseignements obtenus aussi facilement sur des organes très importants. Si, par un heureux hasard, les deux dentitions successives coexistent dans la même mandibule, les rayons de Röntgen nous les font reconnaître et étudier sans mutilation. Ils nous permettent, d'autre part, de préciser la question si importante du contact des dents des deux mâchoires. Bien supérieurs aux procédés photographiques ordinaires, ils mettent en évidence avec la même netteté tous les plans de la pièce osseuse, ainsi que le nombre et la valeur proportionnelle des denticules.

» La nature de la fossilisation semble avoir une importance de premier ordre sur les résultats obtenus; c'est ainsi que les maxillaires provenant des phosphorites paraissent moins favorisés au point de vue de la translucidité que ceux de la faune agéienne et de la faune cernaysienne. D'autre part, un fragment de maxillaire d'Arctocyon, par suite de sa fossilisation toute spéciale, s'est montré réfractaire à la pénétration des rayons de Röntgen.

» J'ai joint, aux reproductions des pièces osseuses, celles de coquilles fossiles, non moins démonstratives; vraisemblablement, l'étude de leur conformation intérieure devra prêter un précieux concours aux recherches malacologiques, si importantes pour le paléontologiste. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tassement des argiles au sein des eaux.* Note de M. J. **Thoulet**.

« Le *tassement* d'une argile à un moment déterminé, au sein d'un milieu quelconque, air ou eau, est le rapport entre le poids de cette argile et le volume qu'elle occupe. La *hauteur de tassement* est le rapport entre la densité réelle et le tassement; c'est le rapport entre la hauteur d'une colonne d'argile dans les conditions de l'observation et celle qu'elle possédе-

rait si la matière était suffisamment comprimée pour acquérir sa densité réelle.

» Dans des expériences qui ont duré plus de neuf mois, on a étudié le tassement de kaolin et d'argile de Vanves, soit qu'on l'ait laissé s'effectuer en surchargeant de poids la couche d'argile déposée au fond d'un tube de verre, soit qu'on ait accéléré l'opération en frappant le tube sur une surface résistante. Les tubes étant calibrés et remplis d'eau, on y versait un poids connu d'argile délayée et l'on mesurait la hauteur de la couche formée.

» On a préalablement exécuté quelques expériences sur des grains de plomb sphériques, de divers diamètres, tassés dans un vase en verre de volume connu et où l'on cubait à l'eau le volume des interstices compris entre les grains. Les valeurs respectives du rapport du vide au volume total et du rapport du vide au volume plein décroissent avec le diamètre des grains. Le tassement augmente ou, en d'autres termes, le volume total des interstices laissés vides diminue, à mesure que la dimension des grains diminue elle-même.

» Avec le kaolin, en couche déposée au fond de l'eau et surchargée progressivement de poids, on a reconnu que :

» L'apparition d'une nappe horizontale bien distincte, au sein d'une eau uniformément chargée d'argile, a lieu après un temps très court. Cette observation réfute l'opinion qui avait été émise, que les sédiments tombant de la surface et s'accumulant sur le fond des océans formaient, à partir du fond, une sorte d'atmosphère vaseuse se raréfiant de plus en plus et par degrés insensibles en particules solides, à mesure qu'elle se rapprochait de la surface. En réalité, la couche de sédiments est parfaitement distincte et limitée par une nappe horizontale, la séparant nettement des eaux limpides sus-jacentes.

» Après sept à huit jours, le tassement s'opère avec une lenteur extrême.

» Lorsque plusieurs couches d'argile sont superposées, les effets des additions de charge se font sentir sur les couches inférieures avec un retard d'autant plus considérable que la profondeur de la couche est elle-même plus considérable.

» Le tassement de couches superposées a lieu en progression décroissante de bas en haut; il se fait très lentement. Tant qu'une couche d'argile demeure au sein des eaux, quel que soit le poids des couches solides qui la recouvrent, sa hauteur reste toujours environ trois fois plus grande qu'elle ne le devient lorsque des phénomènes d'ordre géologique l'amènent hors des eaux et l'obligent à prendre sa densité vraie. Il se produit donc, par l'asséchement consécutif à l'exondement, un retrait qui occasionne forcément des ruptures aux couches rigides sus-jacentes. Ce phénomène doit se manifester fréquemment dans les couches de calcaire superposées à des couches d'argile. Les observations océanographiques montrent que le cas est fréquent au fond des mers où des coraux se développent en masses considérables par-dessus des vases. Il convient de tenir compte de cette remarque en stratigraphie, et ne point se laisser entraîner à attribuer ces dislocations à des mouvements orogéniques du sol.

» Le tassement à refus par chocs s'opère beaucoup plus rapidement que celui par simple compression. Dans des tubes fermés, il est d'autant plus grand que l'épaisseur de la couche est moindre; sa valeur est indépendante de la surface de base du tube.

Pour une même espèce d'argile, il l'emporte de beaucoup sur le tassement par compression. Avec le kaolin, il est presque le double. Pour des variétés différentes d'argile, il est très variable et peut-être caractéristique de chaque variété. Il semble être d'autant plus considérable que l'argile est moins liante. Au point de vue géologique, il en résulterait que la contraction par assèchement et, par suite, l'affaissement consécutif des couches rocheuses sus-jacentes, seraient d'autant plus grands que l'argile est plus grasse. »

M. Chapel adresse une Note « Sur le retour de phénomènes météorologiques exceptionnels dans le mois de novembre 1896. »

L'auteur signale, en particulier : 1° la période du 10 au 14 novembre, époque de la rencontre de l'essaim des Léonides, pour laquelle on doit s'attendre à une recrudescence dans le flux des étoiles filantes et dans les accidents météorologiques supposés en relation avec les rencontres d'essaims; 2° la période du 27 au 29, pendant laquelle on a observé, en 1883, des colorations crépusculaires, rapportées par certains météorologistes à l'éruption du Krakatoa. Selon l'auteur, ces lueurs devaient être rattachées à la présence d'une matière cosmique, circulant dans l'orbite de la comète de Biéla, et qui, par suite, se retrouveraient au voisinage de la Terre après une double révolution, c'est-à-dire au bout de treize ans : il est donc intéressant de voir si ces colorations viendront à se reproduire en 1896.

M. Willot adresse, par l'entremise de M. Chatin, une Note relative à la destruction de l'*Heterodera Schachtii* et autres animaux nuisibles dans la culture de la Betterave.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 novembre 1896.

Science et Morale, par M. Berthelot, Sénateur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, Calmann Lévy, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Annales de l'observatoire d'Astronomie physique de Paris, sis parc de Meudon (Seine-et-Oise), publiées par M. J. Janssen, Directeur de l'observatoire. Tome I. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par l'Auteur.)

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1896; 1 vol. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XX. Septembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Congrès géologique international. Catalogue des bibliographies géologiques, rédigé avec le concours des Membres de la Commission bibliographique du Congrès, par Emm. de Margerie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XII. Octobre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Novembre 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

L'Action de la pression des équinoxes sur les températures du globe. Déterminations théoriques, par Jules Péroche. (Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences de Lille*). Paris, F. Alcan, 1896; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Mémoires et Observations sur l'Hygiène et la Médecine vétérinaires militaires, rédigé sous la surveillance des vétérinaires principaux de la Section technique de la cavalerie et publié par ordre du Ministre de la Guerre. 2e série. Tome dix-huitième. Paris, H. Charles Lavauzelle, 1896; 1 vol. in-8°.

Fifteenth annual Report of the United States Geological Survey to the Secretary of the Interior 1893-94, by J.-W. Powell, Director. Washington, 1895; 1 vol. in-4°.

Real Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti. Série II. Volume XXVIII. Milano, Ulrico Hoepli, 1895. 1 vol. gr. in-8°.

Memorie di Matematica e di Fisica della Societa italiana delle Scienze. Seria terza. Tomo X. Roma, 1896; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 octobre 1895.)

Note de M. *Th. Schlœsing* fils, sur le dosage de l'argon :

Tome CXXI, page 606, ligne 7 en remontant, au dernier nombre du dernier Tableau de chiffres, *au lieu de* 1,118, *lisez* 1,180.

(Séance du 2 novembre 1896.)

Note de M. *P. Janet,* Sur une méthode de mesure de la température des lampes à incandescence :

Tome CXXIII, page 690, ligne 2 en remontant, *au lieu de* puissance, *lisez* énergie.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 NOVEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *H. Gyldén,* Correspondant pour la Section d'Astronomie, décédé à Stockholm.

Notice sur M. Hugo Gyldén, Correspondant de la Section d'Astronomie; par M. **O. Callandreau.**

« La mort de notre éminent Correspondant, astronome de l'Académie royale des Sciences de Suède et directeur de l'observatoire de Stockholm, est arrivée le 9 novembre, moins d'un mois après celle de notre Confrère, M. Tisserand. Hugo Gyldén, né le 29 mai 1841, à Helsingfors, où son père

était professeur de l'Université, a succombé, comme Félix Tisserand, dans toute la force de l'âge. Avec eux disparaissent les deux plus illustres représentants de l'Astronomie mathématique sur le continent.

» Gyldén montra de bonne heure les plus heureuses dispositions; il avait à la fois du goût pour la musique, la peinture et les Sciences mathématiques. Ses études achevées à l'Université d'Helsingfors, il se rendit à Gotha, auprès de Hansen, l'émule de Le Verrier et de Delaunay, puis à l'observatoire de Poulkovo, où son mérite exceptionnel lui valut bientôt le grade de titulaire. Les astronomes savent de quels progrès l'Astronomie de précision lui est redevable; ses admirables séries d'observations avec le cercle vertical tiennent une place d'honneur. En même temps, Gyldén s'occupait de recherches théoriques importantes. L'Académie des Sciences de Stockholm voulut s'adjoindre le jeune maître et lui confia son observatoire en 1871.

» Gyldén est surtout connu dans le monde savant par les travaux qu'il a poursuivis depuis la mort de Le Verrier sur la théorie générale des perturbations. En procédant à une revision des méthodes d'approximation de la Mécanique céleste, il a rendu à cette branche de l'Astronomie les services les plus éminents. La dignité de la Science exigeait, à ses yeux, que l'on recherchât les caractères généraux des trajectoires que l'ellipse de Képler ne peut remplacer, en principe, que dans un seul moment. Son grand *Traité des orbites absolues des huit planètes principales,* qui devait comprendre trois gros Volumes, répondait à cet objet. Le Tome premier a été seul publié; le travail de préparation des autres était très avancé. Gyldén n'a pas eu, comme Tisserand, la satisfaction de laisser après lui un monument achevé. Les soins pieux de ses élèves y suppléeront, il faut l'espérer.

» Telle était, sur le continent, la renommée de Gyldén, qu'un grand nombre d'étudiants venaient de différents pays pour écouter ses leçons. Il savait leur communiquer la noble passion pour la Science qui l'animait : son enthousiasme gagnait ses élèves en même temps que leur esprit bénéficiait de la richesse d'idées du maître. Ce fut un véritable chef d'école, dont le noble caractère appelait le respect, tandis que sa nature simple et cordiale inspirait l'affection. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'acide phosphorique : dosage de l'acide pyrophosphorique;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

I.

« Dans le cours de nos recherches sur les sucres, nous avons été conduits à reprendre l'étude des transformations réciproques des divers acides phosphoriques, tels que l'acide méta-, monobasique, l'acide pyro-, bi- ou plutôt tétrabasique, et l'acide ortho-, autrement dit acide normal, tribasique. Rappelons d'abord que les trois basicités de ce dernier offrent des caractères tout à fait distincts les unes des autres, d'après les recherches thermochimiques de MM. Berthelot et Louguinine (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. IX, p. 26; 1876); l'une d'elles étant celle d'un acide fort, comparable à l'acide chlorhydrique; la seconde, celle d'un acide faible, de l'ordre de l'acide acétique et déplaçable par les acides forts; la troisième, enfin, comparable à celle des phénols et alcools, que l'action de l'eau suffit pour tenir en équilibre et séparer de leurs combinaisons avec les alcalis. M. Sabatier, dans un beau Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XVIII, p. 409; 1889), a tiré parti de ces diversités, traduites par l'action de certains colorants, pour étudier méthodiquement les changements graduels des dissolutions d'acide métaphosphorique. Mais ces colorants ne permettent pas de distinguer l'acide pyro- de l'acide ortho-, ni de définir les conditions où le même acide pyro- prend naissance, ou se modifie. C'est précisément ce dernier problème que nous avons cherché à aborder et qui nous a conduits, en outre, à reconnaître certaines transformations nouvelles que l'acide métaphosphorique éprouve dans ses dissolutions aqueuses. Il y a là des problèmes fort intéressants, qui touchent à la fois l'analyse et la mécanique chimiques.

» La présente Note est consacrée spécialement à l'étude d'un procédé analytique, relatif à l'acide pyrophosphorique.

» Le principe de ce procédé analytique a été signalé dans la Pharmacopée américaine. Nous y avons apporté des perfectionnements essentiels, dans la marche des manipulations et surtout dans la nature du produit sur lequel porte la pesée finale. Nous précipitons l'acide pyrophosphorique par un mélange de chlorure de magnésium, de chlorhydrate et d'acétate d'ammoniaque, en présence d'un excès notable d'acide acétique : on fait

digérer pendant trois ou quatre heures, dans un bain-marie bouillant. Dans ces conditions, le pyrophosphate de magnésie se précipite, tandis que le phosphate normal demeure dissous; mais la composition du précipité est variable et exige une nouvelle transformation, qui change l'acide pyro en acide ortho; ce dernier étant ensuite précipité définitivement sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien.

II.

» Présentons la vérification du procédé.

» 1. A cet effet, il est nécessaire d'opérer sur une liqueur renfermant un poids bien connu d'acide pyrophosphorique. C'est pourquoi on a dissous du pyrophosphate de soude, cristallisé et pur, dans l'eau, en proportion telle qu'un litre de liqueur contînt $6^{gr},11$ de phosphore. Cette proportion a été mesurée en faisant bouillir un volume déterminé de liqueur avec de l'acide azotique, pendant quelques heures, afin de transformer l'acide pyrophosphorique en acide normal; puis on a précipité ce dernier à l'état de phosphate ammoniacomagnésien et on l'a dosé à la manière ordinaire, en ramenant ce dernier par calcination à l'état de $P^2O^7Mg^2$. Les chiffres obtenus concordent avec le poids initial du pyrophosphate; mais ils sont plus exacts, en raison de l'incertitude que laisse la détermination de l'eau de cristallisation des sels de soude.

» 2. Nous avons donc en main une liqueur renfermant un poids connu d'acide pyrophosphorique. Nous en précipitons le pyrophosphate magnésien, ainsi qu'il a été dit; puis nous régénérons l'acide orthophosphorique, que nous dosons enfin à la façon ordinaire.

» 3. Donnons quelques détails complémentaires sur le pyrophosphate magnésien.

» Le pyrophosphate sodique est précipité par un mélange de chlorure de magnésium, de chlorhydrate d'ammoniaque et d'ammoniaque libre (mixture magnésienne); ce précipité peut être redissous dans un grand excès de sel ammoniac. L'addition de l'acide acétique en excès ne reprécipite pas immédiatement la liqueur, même portée à l'ébullition, mais, au bout de quelques instants, le précipité reparaît. Cependant, ce n'est qu'en prolongeant l'ébullition, pendant une heure environ, que l'on arrive à une précipitation complète. Ces détails s'appliquent à un mélange d'acides ortho et pyrophosphorique. Quand il existe de l'acide méta, la méthode cesse

d'être applicable en général, parce que certains dérivés de cet acide fournissent également des sels magnésiens insolubles dans l'acide acétique : nous reviendrons sur ce cas, ainsi que sur les caractères analytiques propres à le discerner.

» 4. Voici les résultats de notre étude sur la composition du pyrophosphate magnésien précipité.

» La dissolution de pyrophosphate de soude a été précipitée par le mélange magnésien, en présence de l'acide acétique, et en suivant la marche définie plus haut. On a recueilli, lavé, séché, calciné, pesé le précipité : on a reconnu ainsi que son poids ne saurait être pris comme la mesure de celui de l'acide pyrophosphorique. En effet, si l'on calcule le poids du phosphore d'après celui du précipité, supposé répondre à $P^2O^7Mg^2$, on trouve des résultats variables et généralement plus faibles que le poids véritable. Par exemple, on a calculé :

1re série d'analyses............	5gr,96	et	5,93	au lieu de 6,11.
2e série »	5gr,72	et	5,58	

» Cependant le précipité renferme bien la totalité de l'acide phosphorique, comme nous l'avons vérifié, la liqueur filtrée n'en retenant plus une proportion appréciable; mais c'est la dose de magnésie qui varie dans ce précipité. Nous nous en sommes assurés, non seulement par différence, mais en reprenant le précipité et en y dosant séparément, d'une façon directe, le phosphore et le magnésium. Nous avons reconnu ainsi que le rapport atomique $\frac{P}{Mg}$ varie de $\frac{1}{1}$ à $\frac{1}{0,82}$.

» En d'autres termes, le pyrophosphate de magnésie renferme plus ou moins de magnésium, selon les conditions de sa précipitation ; circonstance attribuable à l'intervention de l'acide acétique et au partage du second atome de magnésium entre les acides pyrophosphorique et acétique : ce partage résulte de la force inégale des basicités de l'acide pyrophosphorique, la moitié de celles-ci répondant, d'après les mesures thermochimiques, à celle des acides forts, tels que l'acide chlorhydrique, et l'autre moitié à celle des acides plus faibles, tels que l'acide acétique.

» 5. C'est ainsi que nous avons reconnu la nécessité de redissoudre le pyrophosphate magnésien dans l'acide azotique étendu et de faire bouillir doucement la liqueur, pendant une heure, avec cet agent; de façon à ramener tout le phosphore à l'état d'acide ortho, que l'on précipite ensuite d'une façon régulière. Cette précaution a été prise dans toutes les analyses qui vont suivre.

III. — Analyse d'un mélange d'acides pyrophosphorique et orthophosphorique.

» Cette analyse s'effectue de la manière suivante :

» 1° On précipite d'abord l'acide pyrophosphorique à l'état de pyrophosphate magnésien, que l'on redissout dans l'acide azotique; on fait bouillir, puis on sursature d'ammoniaque et l'on reprécipite cette fois sous la forme de phosphate ammoniaco-magnésien, dont la calcination, suivie de pesée, permet de calculer le poids initial du phosphore qui se trouvait à l'état initial d'acide pyrophosphorique.

» 2° La liqueur filtrée, après la première précipitation, renferme l'acide orthophosphorique. On la concentre au bain-marie, puis on précipite cet acide par l'ammoniaque, sous la forme de phosphate ammoniaco-magnésien, dont la calcination, suivie de pesée, permet de calculer le poids initial de l'acide orthophosphorique.

» Pour contrôler l'exactitude de ce procédé, on a fait des expériences synthétiques.

» Une liqueur, renfermant $0^{gr},0620$ de phosphore, à l'état de pyrophosphate de soude, a été mêlée avec une liqueur renfermant $0^{gr},0310$ de phosphore, à l'état d'acide orthophosphorique; total : $0^{gr},0930$.

» Le dosage a donné :

	I.	II.	III.
Phosphore ortho.	0,0307	0,0300	0,0299
» pyro.	0,0625	0,0604	0,0622
	0,0932	0,0914	0,0921

» On voit par là que la stabilité de l'acide pyrophosphorique est telle qu'une ébullition de quelques heures, avec l'acide acétique et le mélange magnésien, n'en fait pas varier sensiblement la dose. Il est clair que si cette ébullition se prolongeait beaucoup plus, on finirait par transformer l'acide pyro en acide ortho. Mais les essais ci-dessus montrent que la séparation et le dosage des deux acides peuvent être effectués avec une précision suffisante. »

CHIMIE. — *Transformations de l'acide pyrophosphorique;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« On sait que l'acide pyrophosphorique peut être préparé en chauffant l'orthophosphate bisodique, PO^4Na^2H, de façon à en chasser l'hydrogène

sous forme d'eau

$$2PO^4Na^2H = P^2O^7Na^4 + H^2O.$$

» Cela fait, on précipite l'acide sous forme de sel plombique, que l'on décompose par l'hydrogène sulfuré; ou bien sous forme de sel argentique, que l'on décompose par l'acide chlorhydrique, exactement équivalent. On doit se demander d'abord si les liqueurs ainsi obtenues renferment de l'acide pyrophosphorique pur, et jusqu'à quel point cet acide s'y conserve sous l'influence du temps.

» On doit également se demander si l'acide pyrophosphorique peut être obtenu directement, par la déshydratation ménagée de l'acide orthophosphorique; déshydratation qui a, comme on sait, pour terme final l'acide métaphosphorique.

» En sens inverse, l'acide métaphosphorique, en se dissolvant, repasse-t-il par l'état d'acide pyro-, avant de revenir à l'état d'acide orthophosphorique par une hydratation complète?

» Nous allons examiner ces diverses questions.

I.

» 1. *Acide pyrophosphorique préparé au moyen du pyrophosphate de plomb précipité et décomposé à froid par* H^2S. — On filtre, on élimine l'excès du gaz sans chauffer, en plaçant la liqueur dans le vide, sur la potasse en morceaux, pendant quelques heures. Cette liqueur est fort étendue; mais nous n'avons pas cru devoir la concentrer, dans la crainte que la chaleur, et même le temps seul n'y transformassent l'état de l'acide. Elle contenait par litre $6^{gr},82$ de phosphore, ou $15^{gr},6$ d'acide P^2O^5.

» 2. Cette liqueur a été titrée alcalimétriquement par la soude, d'une part, en présence de la tropéoline, d'autre part en présence de la phtaléine; le titre indiqué par le second réactif était très sensiblement double du premier : ce qui répond à la constitution connue de l'acide pyrophosphorique, dont la moitié de la basicité correspond à celle des acides forts, tels que l'acide chlorhydrique, l'autre moitié à celle des acides plus faibles, de l'ordre de l'acide acétique. L'acide ortho se comporte d'ailleurs de la même manière à l'égard des deux colorants précédents. Dès lors, l'épreuve ci-dessus prouve seulement que la dissolution mise en expérience ne renfermait pas d'acide méta : vérification utile; car, d'après la formule $P^2O^7H^4$,

l'acide pyrophosphorique pourrait être susceptible de se séparer d'abord en acides méta et ortho :

$$P^2O^7H^4 = PO^4H^3 + PO^3H.$$

Mais, dans nos recherches, ce genre de dédoublement n'a pas été observé, au moins dans la limite d'erreur du dosage par colorants : ce qui paraît tenir à ce que la vitesse de transformation de l'acide méta en acide ortho est beaucoup plus considérable que celle de l'acide pyro.

» 3. La liqueur précédente a été abandonnée à la température ordinaire, pendant la durée de trois mois. On y a dosé l'acide pyrophosphorique, par la méthode que nous avons décrite. Voici les résultats, rapportés à 100 parties du phosphore contenu dans la liqueur. L'expérience a commencé le 30 novembre 1895.

		Poids transformé en acide ortho depuis l'origine.
Après 2 jours	91	4
» 5 »	87	
» 10 »	83	8
» 19 »	76,5	14,5
» 52 »	69,5	21,5
» 89 »	58	33
» 110 »	49,5	41,5
» 121 »	43,1	47,9

» Pendant tout le cours et à la fin de l'expérience, le titre acide, mesuré par la phtaléine, est demeuré identique au titre initial : ce qui exclut, comme il vient d'être dit, la formation même temporaire de l'acide métaphosphorique.

» En tout cas, la transformation de l'acide pyro en acide ortho s'effectue d'une manière continue, en se ralentissant de plus en plus; à mesure que la liqueur devient plus diluée en acide pyro, par suite de la transformation elle-même. Dès le début, la liqueur renfermait 9 centièmes de phosphore à l'état d'acide ortho, produit pendant les manipulations préliminaires. La vitesse de la réaction doit dès lors être estimée à partir de cet état.

» La loi exacte de la vitesse de transformation ne saurait être calculée, d'après ces nombres, en raison des variations de la température ; variations qui influent dans une proportion extrêmement considérable sur la

vitesse, comme l'un de nous l'a montré lors de ses recherches sur la formation des éthers, dont la vitesse est fonction exponentielle de la température ([1]).

» Dans ses recherches sur l'acide métaphosphorique, M. Sabatier a trouvé que cette influence, pour une certaine concentration, répondait au chiffre 0,00032 à 0°, s'élevait à 0,0032 à 19°, et à 0,25 à 61°; c'est-à-dire qu'elle répondait à des valeurs 100 fois et 800 fois plus fortes.

» En tous cas, la transformation de l'acide pyrophosphorique en acide ortho est incomparablement plus lente que celle de l'acide méta : la transformation d'une liqueur métaphosphorique renfermant 15gr de phosphore au litre, par exemple, étant terminée, vers 14°, au bout de trente jours (Sabatier).

II.

» Nous avons cru utile d'examiner la transformation avec une liqueur préparée de même au moyen du sel de plomb, mais deux fois plus étendue, et renfermant 3gr,38 de phosphore au litre. Elle contenait les doses suivantes de phosphore sous forme d'acide pyro, en centièmes du produit initial :

Après 20 heures	95,6	2,7
» 44 (2 jours)	92,9	
» 16 jours	88,2	7,4
» 48 »	84,2	11,4
» 85 »	72,7	22,9
» 193 »	52,8	42,8

» L'expérience a commencé le 5 décembre 1895. Elle a été poursuivie aux mêmes températures ambiantes que la précédente.

» Il résulte de ces chiffres, comparés à ceux de la première série, que la vitesse de transformation de l'acide pyro en acide ortho croît en raison directe de la concentration.

» M. Sabatier a fait une remarque analogue pour l'acide méta.

» Le ralentissement des transformations des acides méta et pyrophosphoriques avec la dilution est conforme à cette relation générale, constatée dans les expériences de M. Berthelot, en vertu de laquelle la vitesse d'une réaction chimique, *opérée à température constante* (c'est-à-dire en absorbant ou en restituant la chaleur mise en jeu dans la réaction même), dimi-

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 93.

nue à mesure que l'état de dilatation de la matière qui l'éprouve augmente (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 94 et 62).

III.

» Voici une troisième série d'essais, exécutés avec un acide pyrophosphorique, préparé en décomposant à froid le pyrophosphate d'argent par une quantité strictement équivalente d'acide chlorhydrique ; la liqueur filtrée ne contenait ni chlore, ni argent. Elle renfermait, par litre : $3^{gr},492$ de phosphore, sensiblement la moitié de la liqueur (I), et à peu près la même quantité que la liqueur (II). L'expérience a été commencée le 4 décembre 1895.

» Les dosages ont fourni, en centièmes :

	Phosphore à l'état d'acide pyrophosphorique.	Poids transformé.
Après 15^h	96,0	2,6
» 63^h (deux jours et demi)	93,4	
» 13 jours et demi	91,4	4,6

» La variation est analogue à celle de la série précédente.

» L'acide pyrophosphorique, mis en œuvre dans les essais ci-dessus, avait été préparé avec le sel de soude, obtenu par la déshydratation de l'orthophosphate bibasique. On peut se demander si l'on obtient le même acide, en opérant directement la déshydratation de l'acide orthophosphorique. Pour répondre à cette question, nous avons pris de l'acide ortho cristallisé et nous l'avons chauffé doucement dans une capsule de platine, en pesant de temps en temps (après refroidissement momentané sous une cloche), de façon à définir approximativement l'état d'hydratation. Celle-ci étant arrêtée à un certain moment, on détermine, par un dosage direct, la composition exacte de l'acide : précaution indispensable à cause de la volatilité sensible de l'acide phosphorique.

Nous avons vérifié cette volatilité à maintes reprises dans nos analyses. Citons seulement les nombres suivants :

» On a pris $8^{gr},3293$ d'acide cristallisé renfermant $2^{gr},4195$ de phosphore : soit sur 100 parties, $P = 29,0$, c'est-à-dire $PO^4H^3 = 91,8$; ce qui répond sensiblement à $2PO^4H^3.H^2O$.

» On les a chauffés. Le produit obtenu pesait $6^{gr},3476$, et renfermait maintenant $2^{gr},3160$ de phosphore; soit $P^2O^5 = 5^{gr},3044$, et $H^2O = 1^{gr},0432$. Rapport atomique $\frac{P^2O^5}{H^2O} = \frac{1}{1,55}$. Phosphore volatilisé : $0^{gr},1035$ ou 4,3 cen-

tièmes. On était parvenu à un terme moyen entre les acides pyro et méta.

» Cette volatilisation ne commence à se manifester que lorsqu'on a atteint la limite à laquelle l'acide méta devrait commencer à se former, d'après le calcul; elle est surtout considérable quand on opère sur un acide pur. Au contraire, elle est presque insensible, tant que l'on ne dépasse pas la limite calculée pour l'acide pyro, ainsi qu'il résulte de l'essai suivant :

» $1^{gr},9237$ de l'acide cristallisé précédent, renfermant $P = 0^{gr},5586$, ont été ramenés par chauffage au poids de $1^{gr},6236$, contenant $P = 0,557$, soit

$$P^2O^5 = 1^{gr},2757 \qquad \text{et} \qquad H^2O = 0^{gr},3479.$$

» Rapport atomique :

$$\frac{P^2O^5}{H^2O} = \frac{1}{2,16}.$$

» Ceci étant reconnu, nous avons cherché à doser l'acide pyrophosphorique dans les produits obtenus par une déshydratation convenable. Soit le dernier produit $\frac{P^2O^5}{H^2O} = \frac{1}{2,16}$; ces rapports répondraient, d'après le calcul, à de l'acide pyrophosphorique mélangé avec une petite quantité d'acide ortho, soit 84 parties de phosphore pyro pour 16 ortho. Cependant le dosage effectif a indiqué seulement 56,4 centièmes de phosphore à l'état d'acide pyro : d'où résulterait l'existence simultanée de 29,8 de phosphore ortho, pour 13,8 de phosphore méta.

» On a vérifié que l'acide pyro ainsi obtenu se transforme ensuite dans la liqueur sous l'influence du temps, avec la lenteur signalée dans les précédentes expériences.

» On voit par ces chiffres que la formation de l'acide méta commence, avant même que la déshydratation corresponde à la formule de l'acide pyro.

» En d'autres termes, dans le cours de la déshydratation de l'acide orthophosphorique, il se produit des équilibres, en vertu desquels les trois acides coexistent. On voit en même temps que si, durant le chauffage, on avait dépassé le terme de la déshydratation répondant au pyro, il ne suffirait pas d'ajouter ensuite de l'eau pour rétablir un état identique.

» Lorsque la déshydratation est poussée au delà du terme correspondant à l'acide pyro, les phénomènes deviennent plus compliqués, en raison

de la polymérisation partielle de l'acide métaphosphorique, laquelle donne lieu à des acides $(PO^3H)^n$, et probablement aussi à des dérivés intermédiaires entre PO^3H et $P^2O^7H^4$, tels que $P^3O^{10}H^5$, $P^4O^{13}H^6$ et autres, prévus suivant la théorie générale des composés polyatomiques, formulée par l'un de nous à l'occasion de la glycérine et des sucres et hydrates de carbone ([1]); théorie acceptée généralement aujourd'hui et facile à traduire en formules dites *de constitution*.

» Nous reviendrons prochainement sur ces questions, en étudiant les changements successifs de l'acide métaphosphorique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les terres du groupe yttrique contenues dans les sables monazités*. Note de MM. **P. Schutzenberger** et **Boudouard**.

« Dans une précédente Note ([2]), nous avons eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie des Sciences sur les terres du groupe yttrique (terres non précipitables sous forme de sulfate double, par le sulfate de potassium en solution saturée) contenues dans les sables monazités de la Caroline du Nord. Nous avons appliqué, pour arriver à les séparer et à réduire leur mélange en espèces définies : 1° la méthode des cristallisations fractionnées à chaud des sulfates; 2° la méthode de décomposition partielle des nitrates, opérée entre 300° et 330°, en suivant le travail de séparation par la détermination des poids atomiques faite par décomposition au rouge vif d'un poids connu de sulfate et pesée de l'oxyde résidu.

» Nous avons constaté ainsi que lorsque la méthode de cristallisation fractionnée des sulfates ne donnait plus lieu à une séparation appréciable, les poids atomiques fournis par les diverses fractions restant sensiblement constants, on arrivait encore à des séparations très marquées par la décomposition partielle des nitrates.

» En partant d'un mélange de terres bien débarrassées de thorium, cérium, lanthane et didyme, donnant comme poids atomique moyen du métal correspondant des nombres variant entre 105 et 108, nous avons pu isoler ainsi des portions dont les poids atomiques étaient compris entre

---

([1]) Berthelot, *Leçons sur les principes sucrés, professées devant la Société chimique de Paris, en* 1862, p. 221 et p. 287 et suivantes. — *Chimie organique fondée sur la synthèse,* t. II, p. 43; 1860.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 697.

96 (limite inférieure) et 150 (limite supérieure). L'une de ces portions, qui nous a semblé offrir un caractère de stabilité assez grand, conduisait au poids atomique 102-103.

» Pour arriver à des conclusions plus serrées, nous avons combiné le contrôle de la détermination des poids atomiques avec l'examen spectroscopique (spectre d'étincelle éclatant sur le chlorure dissous).

» Voici, en résumé, les résultats obtenus par la décomposition fractionnée des nitrates.

» On réunit les terres qui, par cristallisation fractionnée des sulfates, à chaud, ont donné des poids atomiques voisins; on transforme en nitrate que l'on sèche et que l'on chauffe dans une capsule cylindrique en platine, plongée dans un bain fondu de nitrates de potassium et de sodium (à molécules égales), porté entre 310° et 330°. Lorsque la masse, d'abord fluide, cesse d'émettre des vapeurs d'acide azotique et de peroxyde d'azote et se trouve transformée en un produit solide, cristallisé, qui ne change plus de poids, on traite par l'eau bouillante qui sépare un sous-nitrate insoluble. La solution est évaporée à sec et le résidu est soumis, dans les mêmes conditions, à la décomposition partielle.

» Les sous-nitrates ainsi obtenus et la dernière eau-mère sont séparément transformés en sulfates que l'on fait cristalliser et qui sont décomposés par la chaleur (rouge vif) pour déterminer les poids atomiques correspondants.

» Dans certains cas, lorsque la quantité de matière ne permet pas de multiplier les séparations, on se contente de partager en sous-nitrate et en eau-mère.

I. — *Mélange de terres dont les poids atomiques des métaux correspondants sont compris entre* 104,2 *et* 104,65.

	Poids atomiques correspondants.
Sous-nitrate n° 1	107,95
» n° 2	105,60
» n° 3	102,2
Eau-mère	103,0

» Le sous-nitrate transformé en nitrate et fractionné à son tour par décomposition partielle, a donné :

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	101,25
Eau-mère	102,45

II. — *Terres à poids atomiques égaux à* 97.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	104,5
» n° 2	101,75
Eau-mère	95,1

III. — *Autre mélange de terres à poids atomiques compris entre* 97,5 *et* 97,7.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	103,8
» n° 2	98,5
» n° 3	95,6
Eau-mère	96,0

IV. — *Mélange de terres à poids atomiques compris entre* 105 *et* 109.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	113,35
» n° 2	109,00
» n° 3	106,45
» n° 4	104,0
» n° 5	102,0
Eau-mère	106,5

» Remarquons que, dans cette série, le poids atomique correspondant à l'eau-mère est notablement supérieur à celui du dernier sous-nitrate (n° 5) et très voisin du poids atomique initial.

V. — *Mélange de terres à poids atomiques compris entre* 111,3 *et* 115,7.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	122,0
» n° 2	118,45
» n° 3	111,2
» n° 4	109,95
Eau-mère	108,45

VI. — *Mélange de terres à poids atomiques voisins de* 122.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	142,0
» n° 2	126,0
» n° 3	117,8
Eau-mère	110,5

VII. — *Mélange de terres à poids atomiques compris entre* 108,45 *et* 111,0.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	115,2
» n° 2	110,2
Sous-nitrate n° 3	108,55
» n° 4	105,03
» n° 5	104,25
Eau-mère	109,01

» Ici aussi on voit le résidu (eau-mère) conserver un poids atomique très voisin de celui de la terre initiale, les sous-nitrates successifs ayant des poids atomiques décroissants, d'abord supérieurs à celui du début, puis notablement inférieurs.

VIII. — *La terre de l'eau-mère du n° VII, poids atomique* 109,1, *a donné par une nouvelle séparation*

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	105,2
Eau-mère	111,5

IX. — *La terre de l'eau-mère du n° VIII, poids atomique* 111,5, *a donné*

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	103,0
Eau-mère	111,0

X. — *La terre de l'eau-mère du n° IX, poids atomique* 111,0, *a donné*

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	99,1
Eau-mère	111,5

» Dans les séries VIII, IX, X on voit l'eau-mère, c'est-à-dire le nitrate non décomposé, conserver le poids atomique initial, tandis que le sous-nitrate, qui, en masse, représente environ le tiers du produit employé, offre un poids atomique notablement inférieur à celui du produit initial.

» En réunissant les séries VII à X qui se font suite, on a

Poids atomique initial : 108,5-111.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	115,2
» n° 2	110,2
» n° 3	108,55

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 4	105,3
» n° 5	104,25
» n° 6	105,2
» n° 7	103,0
» n° 8	99,0
Eau-mère	111,0

XI. — *Mélange de terres à poids atomique compris entre* 104,0 *et* 106,5.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	103,7
Eau-mère	100,15

» La moyenne, le partage s'étant effectué à poids égaux, est 101,4, notablement inférieure à 105, moyenne initiale.

XII. — *La terre du sous-nitrate n° 1 du n° XI, poids atomique* 103,7, *a donné la série :*

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	111,1
» n° 2	106,05
» n° 3	105,75
Eau-mère	103,4

» Dans cette série, la moyenne des résultats (106,6) est supérieure au point de départ.

XIII. — *Terre des eaux-mères du n° XI, poids atomique* 100,15.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	105,4
» n° 2	103,1
» n° 3	103,25
Eau-mère	109,3

» Ici encore la moyenne 106,1 des résultats est notablement supérieure au point de départ 100,15.

XIV. — *Terres à poids atomiques compris entre* 142 *et* 145.

	Poids atomique.
Sous-nitrate n° 1	155,75
Eau-mère	137,4

XV. — *Eau-mère du n° XIV, poids atomique* 137,4.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	150,2
Eau-mère	123,25

XVI. — *Terre à poids atomiques compris entre* 150 *et* 155,75.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	162,5
Eau-mère	148,3

XVII. — *Terre à poids atomique égal à* 97,7.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	98,7
Eau-mère	97,5

XVIII. — *Autre mélange de terres à poids atomiques compris entre* 95 *et* 99.

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	103,6
Sous-nitrate n° 2	97,5
Eau-mère	96,7

XIX. — *Le sous-nitrate n° 1 du n° XVIII fractionné à nouveau a donné*

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	108,5
Eau-mère	98,5

XX. — *Mélange de terres à poids atomiques compris entre* 103,1 *et* 103,4 :

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	103,8
Sous-nitrate n° 2	101,3
Eau-mère	105,05

» XXI. Dans nos longues recherches qui ont porté sur le produit de près de 10^{kg} de sables monazités, nous n'avons obtenu que très peu de terres, 4^{gr} à 5^{gr}, à poids atomiques inférieurs à 96. Le mélange de ces terres, à poids atomiques compris entre 93 et 94,5, a donné :

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	100,1
Eau-mère	93,3

» L'eau-mère, 93,3, fractionnée à son tour, a donné :

	Poids atomiques.
Sous-nitrate n° 1	96,1
Eau-mère	91,25

» Ce dernier résultat seul se rapproche du poids atomique de l'yttria, 89.

» *Examen spectroscopique.* — Malgré cette grande diversité dans les poids atomiques déterminés par une méthode simple qui ne prête pas à l'erreur, toutes ces terres, depuis 91,25 jusqu'à 148, donnent un spectre d'étincelle sur chlorure semblable et se confondant avec celui du mélange initial. Ce spectre présente surtout deux bandes caractéristiques ombrées à gauche, formées par la juxtaposition de lignes occupant : (*a*) l'espace compris entre les numéros 69 et 73 du micromètre de notre appareil dont la division 90 coïncide avec la raie D du sodium

$$\lambda = 618 \text{ à } 614;$$

et (*b*) l'espace compris entre les divisions 80 et 85

$$\lambda = 602 \text{ à } 595,5.$$

On constate, en outre, mais d'une façon moins marquée, diverses raies dont les plus apparentes sont :

» (*c*) située de 188 à 190 $\lambda = 499 - 497,5$

et

» (*d*) située de 217 à 220 $\Lambda = 481,5 - 480$.

» En résumé, les spectres observés semblent se confondre avec celui de l'yttria et la conclusion, si on se bornait à l'étude spectrale, serait certainement que les terres examinées par nous sont de l'yttria presque pure, tout au plus souillée par quelques centièmes de terres étrangères.

» Cette conclusion n'est pas admissible, puisque nous avons retiré du mélange initial une quantité notable de terres à poids atomiques élevés allant jusqu'à 150, qui, toutes, donnent le même spectre.

» Nous nous trouvons donc ici en face de deux ordres de faits, tous deux bien établis, et qui semblent contradictoires. Dans une prochaine Note, nous discuterons les hypothèses que soulèvent ces résultats et qui permettent d'arriver à faire accorder les données de l'analyse spectrale et celles des poids atomiques. »

GÉOGRAPHIE. — *Détermination des positions de Santa Cruz de Tenerife, Saint-Louis (Sénégal) et Dakar; mesures d'intensité de la pesanteur;* par M. **Bouquet de la Grye**.

« Le Mémoire présenté à l'Académie fait partie du cinquième Volume des *Annales du Bureau des Longitudes,* qui est en cours de publication.

» Il contient la série des observations faites par MM. Cecilio Pujazon, directeur de l'observatoire de San Fernando; Driencourt, sous-ingénieur hydrographe, et moi.

» La latitude des points précités a été déterminée à une approximation de moins d'une demi-seconde d'arc, et les différences de longitude ont été obtenues à quelques centièmes de seconde de temps, malgré l'emploi de signaux télégraphiques passant par un câble sous-marin.

» L'intensité relative de la pesanteur a été recherchée en cinq points, à l'aide de deux pendules à longueur invariable. Ce système se recommande par la facilité et la rapidité des observations et par l'exactitude des résultats; il est, en même temps, très économique.

» Grâce à la bienveillance du Gouvernement espagnol et des autorités de Tenerife, j'ai pu étudier en deux points, aux stations de Santa Cruz et d'Orotava, l'influence de la masse de l'île sur la déviation du fil à plomb. Les résultats, s'appuyant sur une triangulation faite par les ingénieurs espagnols, accusent une déviation presque inexplicable.

» A la fin du Mémoire se trouvent les résultats d'observations sur le magnétisme terrestre. »

M. **E. Guyou** fait hommage à l'Académie de deux Mémoires intitulés « Les problèmes de Navigation et la Carte marine; types de calcul et Tables complètes, par M. *E. Guyou* » et « Observations magnétiques en mer, à bord du croiseur *le Dubourdieu,* par le lieutenant de vaisseau *Schwerer;* méthode de réduction des observations, par le capitaine de frégate *E. Guyou* ».

M. **Ad. Carnot** fait hommage à l'Académie d'une brochure qu'il vient de publier, sous le titre « Sur les variations observées dans la composition des apatites, des phosphorites et des phosphates sédimentaires; remarques

sur le gisement et le mode de formation de ces phosphates ». (Extrait des *Annales des Mines*, août 1896.)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Lecomte.

MM. Marcel Bertrand, Fouqué, Gaudry, Cornu, Joseph Bertrand, réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. **Nansen** adresse des remercîments à l'Académie, qui l'avait nommé Correspondant en 1895, alors qu'on était encore sans nouvelles de son expédition au pôle Nord.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé « Enquête médico-psychologique sur les rapports de la supériorité intellectuelle avec la névropathie. — Introduction générale. Émile Zola; par M. *Édouard Toulouse* ».

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'extension que l'on peut donner au théorème de Poisson, relatif à l'invariabilité des grands axes*. Note de M. **H. Andoyer**, présentée par M. Poincaré.

« En recherchant d'une façon précise sous quelle forme il est possible de généraliser les théorèmes de Lagrange et Poisson relatifs à l'invariabilité des grands axes des orbites planétaires, je suis arrivé aux résultats suivants, qui s'appliquent à un problème très général, dont les différents problèmes de la Mécanique céleste ne sont que des cas particuliers.

» Supposons que la position d'un système matériel dépende de la connaissance, en fonction du temps t, de $2r$ variables conjuguées deux à deux, $p_1, p_2, \ldots, p_r$; $q_1, q_2, \ldots, q_r$ vérifiant un système d'équations canoniques

$$\frac{dp_i}{dt} = \frac{\partial R}{\partial q_i}, \qquad \frac{dq_i}{dt} = \frac{\partial R}{\partial q_i},$$

R étant une fonction des éléments (p) et (q), et de t.

» Supposons la fonction R développable en série trigonométrique de la forme

$$R = \Sigma(A_p \cos V_p + B_p \sin V_p),$$

où les coefficients A_p et B_p ne dépendent pas de t, mais seulement des éléments, et où l'argument V_p est de la forme

$$V_p = r_1(n_1 t + c_1) + r_2(n_2 t + c_2) + \ldots + r_\rho(n_\rho t + c_\rho) + U_p,$$

les r_i étant des entiers positifs, négatifs, ou nuls; les quantités n_i et c_i dépendant des éléments; les arguments U_p, enfin, étant des fonctions linéaires connus du temps; d'ailleurs, on a $\rho \leqq r$.

» De plus, on suppose, et l'on conserve cette hypothèse dans tous les cas semblables, que la série trigonométrique qui représente R est écrite sous forme symétrique, c'est-à-dire que l'argument V_p peut prendre des valeurs égales et de signes contraires, et que pour deux telles valeurs les coefficients correspondants A_p sont égaux, tandis que les coefficients B_p sont égaux et de signes contraires.

» Si l'on remplace les éléments canoniques par $2r$ autres éléments quelconques $a_1, a_2, \ldots, a_{2r}$, les équations différentielles qui déterminent ces nouveaux éléments sont

$$\frac{da_i}{dt} = \sum_j (a_i, a_j)\frac{\partial R}{\partial a_j},$$

où, d'après les notations de Poisson,

$$(a_i, a_j) = \sum_k \left(\frac{\partial a_i}{\partial p_k}\frac{\partial a_j}{\partial q_k} - \frac{\partial a_i}{\partial q_k}\frac{\partial a_j}{\partial p_k}\right).$$

» Prenons pour éléments (a) les (n), les (c) et $2r - 2\rho$ autres quantités $b_1, b_2, \ldots$; faisons l'hypothèse que les coefficients A_p, B_p, ainsi que les parenthèses $(n_i, n_j), \ldots, (b_k, b_{k'})$, sont indépendants des c_i; posons

$$l_i = \int n_i\, dt, \qquad n_i t + c_i = l_i + e_i;$$

exprimons R à l'aide des n_i, e_i, b_k, l_i, de sorte que t n'y figure explicitement que par les U_p; enfin imaginons que l'on sache *a priori* d'une façon quelconque qu'il est possible de trouver pour les quantités n_i, e_i, b_k des expressions développables en séries trigonométriques analogues à celle qui représente R, les V_p étant des arguments proportionnels aux temps connus, et qu'il en est alors de même des produits $(a_i, a_j)\frac{\partial R}{\partial a_j}$.

» Ceci posé, considérons les coefficients A_p, B_p du développement de la fonction perturbatrice R comme des quantités petites du premier ordre, et déterminons successivement les parties des divers ordres des éléments inconnus, par approximations successives.

» Dans la première approximation, quand on néglige complètement R, les a_i ont des valeurs constantes α_i; en particulier n_i et e_i ont pour valeurs ν_i et ε_i, et la quantité l_i a pour valeur $\nu_i t$ ou λ_i.

» Si f est une fonction de la forme $\sum f_i \frac{\partial R}{\partial a_i}$, les f_i étant des fonctions des éléments, on peut, en mettant en évidence ses parties de différents ordres, l'écrire

$$f = f_0 + \delta f + \delta^2 f + \delta^3 f + \ldots,$$

et, d'après les approximations successives, $\delta^n f$ se présente ainsi

$$\delta^n f = X_0^{(n)} + t X_1^{(n)} + t^2 X_2^{(n)} + \ldots + t^n X_n^{(n)},$$

où les fonctions $X_i^{(n)}$ sont périodiques et développables sous la forme

$$\Sigma(Y_p^{(n)} \cos \omega_p + Z_p^{(n)} \sin \omega_p).$$

» Si la fonction R_0, que l'on obtient en donnant, dans R, aux éléments leurs premières valeurs approchées, se développe elle-même en série telle que

$$R_0 = \Sigma(P_p \cos \psi_p + Q_p \sin \psi_p),$$

avec

$$\psi_p = r_1(\lambda_1 + \varepsilon_1) + r_2(\lambda_2 + \varepsilon_2) + \ldots + U_p,$$

les coefficients $Y_p^{(n)}$ et $Z_p^{(n)}$ contiennent précisément $n + 1$ facteurs qui sont des P_p ou Q_p, ou des dérivées de ces coefficients par rapport aux α_i; et si $\psi_{p_1}, \psi_{p_2}, \ldots, \psi_{p_{n+1}}$ sont les arguments qui correspondent à ces fonctions, on a

$$\omega_p = \psi_{p_1} + \psi_{p_2} + \ldots + \psi_{p_{n+1}}.$$

» Si l'on considère $X_i^{(n)}$, les ω_p correspondants sont des sommes de ψ_{p_q} vérifiant au moins i relations indépendantes de la forme

$$(a) \qquad \psi_{p_{q_1}} + \psi_{p_{q_2}} + \ldots + \psi_{p_{q_r}} = \text{const.} \qquad (r < n + 1),$$

rendant inapplicables les formules générales d'intégration; et, en particulier, pour obtenir la partie constante de $X_i^{(n)}$, il faut encore avoir la nouvelle relation

$$(b) \qquad \psi_p + \psi_{p_2} + \ldots + \psi_{p_{n+1}} = \text{const.}$$

» Cela étant, si la fonction f est en particulier la dérivée, par rapport au temps, d'une fonction quelconque des seuls moyens mouvements n_i, ou encore la dérivée de la fonction de Laplace $\int(d\mathrm{R})$, $(d\mathrm{R})$ étant la différentielle de R prise en faisant varier seulement la position des corps dont on étudie le mouvement, position que l'on suppose dépendre uniquement des a_i et l_i, on arrive au théorème suivant :

» *Pour obtenir la partie constante de $\mathrm{X}_i^{(n)}$, il faut supposer l'existence d'une nouvelle relation de la forme (a) entre les ψ_{p_q}; car les termes obtenus, en supposant seulement la relation (b) et i relations (a), qui existent nécessairement, s'entre-détruisent tous.*

» *En particulier, il en résulte que $\mathrm{X}_{n-1}^{(n)}$ et $\mathrm{X}_n^{(n)}$ n'ont pas de partie constante.*

» Tel est le théorème que j'ai démontré par f_0, δf, $\delta^2 f$ et $\delta^3 f$, c'est-à-dire jusqu'aux termes du quatrième ordre inclusivement, par un calcul direct. La marche de la démonstration permet bien, à ce qu'il semble, de généraliser par induction les résultats effectivement obtenus, et de regarder comme toujours vrai le théorème général que nous venons d'énoncer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des substitutions uniformes.* Note de M. **E.-M. Lémeray.**

« On sait que, $f(x)$ désignant une fonction holomorphe, les fonctions $f^2(x)$, $f^3(x)$, ..., obtenues par la répétition de la substitution $[x, f(x)]$, tendent vers une limite unique a, racine de l'équation

$$f(x - x) = 0,$$

si, pour $x = a$, le module de la dérivée de $f(x)$ est inférieur à l'unité, et si x est pris dans une région convenable autour du point a.

» Quand le module considéré est précisément égal à l'unité, on arrive aux résultats suivants. Soit $\frac{2k\pi}{n}$ (k et n étant des entiers premiers entre eux) l'argument de la dérivée pour $x = a$; les n premières dérivées de la fonction $f^n(x - x)$ seront nulles en a, quelles que soient, d'ailleurs, les valeurs que prennent en ce point les dérivées seconde, troisième, ..., $n^{\text{ième}}$ de $f(x)$, pourvu qu'elles ne soient pas infinies. Désignons par $\mathrm{R}e^{\omega\sqrt{-1}}$ la valeur, généralement différente de zéro, que prend en a la $(n+1)^{\text{ième}}$ dérivée de la fonction $f^n(x)$; décrivons un cercle C de rayon infiniment petit, autour de a comme centre; faisons passer par a une droite faisant

avec l'axe réel l'angle $\frac{\frac{\pi}{2}-\omega}{n}$, et, à partir de cette droite, divisons le cercle en $2n$ secteurs égaux, que nous numéroterons 1, 2, ..., $2n$ en tournant dans le sens positif. Les secteurs d'ordre impair seuls pourront être secteurs de convergence pour la substitution considérée, c'est-à-dire que x devra être pris dans un de ces secteurs à l'exclusion des autres, ou du moins qu'après un certain nombre d'itérations on finisse par y pénétrer. La condition est nécessaire, mais non suffisante. Il faudra encore qu'il existe, autour du point a, un domaine non infiniment petit ne contenant aucune racine, différente de a, des équations $f^p(x-x)=0$, p étant un entier quelconque. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces à lignes de courbure isométriques*. Note de M. T. **Craig**, présentée par M. Darboux.

Baltimore, 16 octobre 1896.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur d'adresser à M. Hermite, j'ai remarqué que $\frac{1}{\rho_1}$, $\frac{1}{\rho_2}$, les réciproques des rayons de courbures principaux, sont solutions particulières des équations aux dérivées partielles,

$$(1)\qquad \frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u\,\partial v}-\frac{\sqrt{G}}{R_2}\frac{\partial\varphi_1}{\partial u}-\left(\frac{\partial}{\partial u}\log\frac{\sqrt{G}}{R_2}+\frac{\sqrt{E}}{R_1}\right)\frac{\partial\varphi_1}{\partial v}=0$$

$\left(\varphi_1=\frac{1}{\rho_1}\text{ étant solution particulière}\right)$,

$$(2)\qquad \frac{\partial^2\varphi_2}{\partial u\,\partial v}-\left(\frac{\partial}{\partial v}\log\frac{\sqrt{E}}{R_1}+\frac{\sqrt{G}}{R_2}\right)\frac{\partial\varphi_2}{\partial u}-\frac{\sqrt{E}}{R_1}\frac{\partial\varphi_2}{\partial v}=0$$

$\left(\varphi_2=\frac{1}{\rho_2}\text{ étant solution particulière}\right)$.

» u, v étant les paramètres des lignes de courbure et R_2, R_1, respectivement, les rayons de courbure géodésique de $u=$ const., $v=$ const., c'est-à-dire

$$\frac{1}{R_2}=\frac{-1}{\sqrt{EG}}\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial U},\qquad \frac{1}{R_1}=\frac{-1}{\sqrt{EG}}\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial u}.$$

» J'ai aussi remarqué que les suites de Laplace provenant de (1) et (2) sont équivalentes, c'est-à-dire ont les mêmes invariants. Je veux maintenant faire une remarque concernant les équations (1) et (2) elles-mêmes. Ces

deux équations sont identiques si l'on a

$$(3) \qquad \frac{\partial}{\partial u}\log\frac{\sqrt{G}}{R_2} = 0 \qquad \text{et} \qquad \frac{\partial}{\partial v}\log\frac{\sqrt{E}}{R_1} = 0.$$

» De (3) nous tirons immédiatement

$$E = U_1 V_2, \qquad G = U_2 V_1;$$

et pour l'élément linéaire nous avons

$$ds^2 = U_2 V_2\left(\frac{U_1}{U_2}du^2 + \frac{V_1}{V_2}dv^2\right)$$

ou

$$ds^2 = \lambda(U\,du^2 + V\,dv^2),$$

les U étant fonctions de u seule, et les V fonctions de v seule.

» Les équations (1) et (2) ont maintenant toutes deux la forme

$$(4) \qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v} + \frac{\partial\log\sqrt{\lambda}}{\partial v}\frac{\partial\varphi}{\partial u} + \frac{\partial\log\sqrt{\lambda}}{\partial u}\frac{\partial\varphi}{\partial v} = 0.$$

Mais, dans ce cas, l'équation ponctuelle relative au système conjugué formé des lignes de courbure u et v est

$$(5) \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} - \frac{\partial\log\sqrt{\lambda}}{\partial v}\frac{\partial\theta}{\partial u} - \frac{\partial\log\sqrt{\lambda}}{\partial u}\frac{\partial\theta}{\partial v} = 0.$$

Et, comme $\lambda = U_2 V_2$, nous avons

$$\frac{\partial^2\log\lambda}{\partial u\,\partial v} = 0.$$

Il suit donc que (5) est l'adjointe à (4). Nous avons donc le théorème suivant : *Si u et v sont les paramètres des lignes de courbure et si ces lignes forment un système isométrique, tel que*

$$ds^2 = \lambda(U\,du^2 + V\,dv^2),$$

où

$$\lambda = U_2 V_2,$$

alors les réciproques $\frac{1}{\rho_1}$, $\frac{1}{\rho_2}$ des rayons de courbure principaux satisfont à une équation aux dérivées partielles qui est l'adjointe de celle qui est satisfaite par les coordonnées cartésiennes du point (u, v) de la surface. »

MÉCANIQUE. — *Sur une Mécanique réglée*. Note de M. **René de Saussure**.

« Les principes de Géométrie réglée, exposés dans une Note ([1]) précédente, s'appliquent sans modification à la Mécanique. Il suffit de remarquer que toute rotation de la sphère fondamentale sur elle-même peut être définie au moyen d'un arc de grand cercle $\overline{AC}(=m+if)$, que l'on suppose porté par l'équateur de la rotation; la distance angulaire des points A et C $\left(=\frac{m+if}{i}\right)$ représentera la vitesse angulaire. L'arc $\overline{AC}$ est un vecteur sphérique et son pôle P reste fixe pendant la rotation. On peut aussi définir tout couple appliqué à la sphère fondamentale, au moyen d'un vecteur sphérique $\overline{AC}$ situé dans le plan du couple; la distance angulaire des points A et C représente alors le moment du couple.

» De même, deux droites A et C dans l'espace, formant entre elles un codistangle $(AC)=\frac{m+If}{I}$, définissent soit un mouvement hélicoïdal, soit un torseur, c'est-à-dire l'ensemble d'un couple et d'une force agissant suivant l'axe du couple. La plus courte distance m des droites A et C figure, dans le premier cas, la vitesse de translation et, dans le second cas, le moment du couple; l'angle f compris entre les deux droites figure, dans le premier cas, la vitesse de rotation et, dans le second, la force. On dira que le codistangle (AC) est un *rectangle*, et l'on voit que l'axe ou pôle de ce rectangle est la droite P qui mesure la plus courte distance entre A et C. La force f est ainsi représentée par un angle situé dans un plan perpendiculaire à sa ligne d'action.

» Les rectangles se composeront comme les vecteurs sphériques : or, si $\overline{AC}$ et $\overline{AC'}$ sont deux vecteurs sphériques, P et P′ leurs pôles, le vecteur résultant $\overline{A\Gamma}$ a même origine que les vecteurs composants, et si l'on désigne son pôle par Π, la grandeur et la position du vecteur $\overline{A\Gamma}$ sur la sphère sont déterminées par la loi ordinaire du parallélogramme, c'est-à-dire par les équations

$$(1)\quad \begin{cases} \overline{A\Gamma}=\overline{AC}^2+\overline{AC'}^2+2\overline{AC}.\overline{AC'}\cos(\overline{PP'}) \\ \overline{AC}\sin(\overline{P\Pi})=\overline{AC'}\sin(\overline{\Pi P'}) \\ \overline{P\Pi}+\overline{\Pi P'}=\overline{PP'}. \end{cases}$$

([1]) *Comptes rendus*, séance du 9 novembre 1896.

» Considérons maintenant deux rectangles quelconques dans l'espace et, pour fixer les idées, supposons que ces rectangles représentent deux torseurs. Soient P et P' les pôles de ces torseurs, et A la perpendiculaire commune aux droites P et P'; on se donne les forces f et f', ainsi que les moments m et m' des couples relatifs à chaque torseur, la plus courte distance l des pôles P et P' et leur angle a; on demande de trouver le torseur résultant.

» On peut d'abord déplacer les torseurs composants (par rotation et glissement) autour de leurs pôles respectifs, de manière à leur donner pour origine commune la droite A; appelons C et C' les droites extrémités des torseurs dans cette position. On aura

$$(\overline{AC}) = \frac{m+\mathrm{I}f}{\mathrm{I}}, \qquad (\overline{AC'}) = \frac{m'+\mathrm{I}f'}{\mathrm{I}}, \qquad (\overline{PP'}) = \frac{l+\mathrm{I}a}{\mathrm{I}}.$$

» La droite A sera aussi la droite origine du torseur résultant $(\overline{A\Gamma})$, c'est-à-dire que le pôle Π de ce torseur rencontre A à angle droit. Dès lors, le pôle Π sera déterminé dès que l'on connaîtra l'un des segments λ et λ' que les droites P, P' et Π interceptent sur la droite A et l'un des angles α et α', que le pôle Π forme avec les pôles P et P'. Ces inconnues peuvent se grouper de manière à former des codistangles, car on a évidemment

$$\frac{\lambda+\mathrm{I}\alpha}{\mathrm{I}} = (\overline{P\Pi}), \qquad \frac{\lambda'+\mathrm{I}\alpha'}{\mathrm{I}} = (\overline{\Pi P'}) \qquad \text{et} \qquad \frac{\mu+\mathrm{I}\varphi}{\mathrm{I}} = (\overline{A\Gamma}),$$

en appelant φ la force et μ le moment du couple dans le torseur résultant $(\overline{A\Gamma})$. On peut donc appliquer immédiatement les équations (1) relatives à la sphère en remplaçant chaque grandeur par le codistangle correspondant, ce qui donne

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\left(\frac{\mu+\mathrm{I}\varphi}{\mathrm{I}}\right)^2 = \left(\frac{m+\mathrm{I}f}{\mathrm{I}}\right)^2 + \left(\frac{m'+\mathrm{I}f'}{\mathrm{I}}\right)^2 \\ &\qquad\qquad\qquad + 2\left(\frac{m+\mathrm{I}f}{\mathrm{I}}\right)\left(\frac{m'+\mathrm{I}f'}{\mathrm{I}}\right)\cos\left(\frac{l+\mathrm{I}a}{\mathrm{I}}\right), \\ &\left(\frac{m+\mathrm{I}f}{\mathrm{I}}\right)\sin\left(\frac{\lambda+\mathrm{I}\alpha}{\mathrm{I}}\right) = \left(\frac{m'+\mathrm{I}f'}{\mathrm{I}}\right)\sin\left(\frac{\lambda'+\mathrm{I}\alpha'}{\mathrm{I}}\right), \\ &\left(\frac{\lambda+\mathrm{I}\alpha}{\mathrm{I}}\right) + \left(\frac{\lambda'+\mathrm{I}\alpha'}{\mathrm{I}}\right) = \left(\frac{l+\mathrm{I}a}{\mathrm{I}}\right). \end{aligned}\right.$$

» Il ne reste plus qu'à ramener chacune des équations (2) à la forme $\frac{x+\mathrm{I}x'}{\mathrm{I}} = \frac{y+\mathrm{I}y'}{\mathrm{I}}$, au moyen des règles conventionnelles d'opérations rela-

tives aux codistangles et à identifier les deux membres; on arrive ainsi aux équations suivantes :

$$\begin{cases} \varphi^2 = f^2 + f'^2 + 2ff' \cos a, \\ \mu\varphi = mf + m'f' + (mf' + m'f)\cos a - lff' \sin a, \end{cases}$$

$$\begin{cases} f \sin\alpha = f' \sin\alpha', \\ m \sin\alpha + \lambda f \cos\alpha = m' \sin\alpha' + \lambda' f' \cos\alpha', \end{cases}$$

$$\begin{cases} \lambda + \lambda' = l, \\ \alpha + \alpha' = a, \end{cases}$$

qui déterminent les six inconnues φ, μ, λ, α, λ', α'.

» Il est évident que cette solution générale comprend tous les cas particuliers de compositions, car si $\left(\frac{m + \mathrm{I}f}{\mathrm{I}}\right)$ représente un torseur, $\left(\frac{m}{\mathrm{I}}\right)$ représentera un simple couple, puisque alors $f = 0$; si, au contraire, $m = 0$, le torseur se réduit à une force f.

» Du reste les lois générales d'opérations subsistent pour tous les cas particuliers, quoique les équations prennent, dans certains cas, une apparence paradoxale. Ainsi la règle de la multiplication de deux codistangles

$$\left(\frac{\mathrm{A} + \mathrm{IB}}{\mathrm{I}}\right)\left(\frac{\mathrm{C} + \mathrm{ID}}{\mathrm{I}}\right) = \frac{(\mathrm{AD} + \mathrm{BC}) + \mathrm{I}(\mathrm{BD})}{\mathrm{I}}$$

donne pour $\mathrm{B} = 0$ et $\mathrm{D} = 0$:

$$\left(\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{I}}\right)\left(\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{I}}\right) = 0,$$

et si $\mathrm{A} = \mathrm{C}$:

$$\left(\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{I}}\right)^2 = 0,$$

quoique ni A ni C ne soient nuls. Mais ces relations n'infirment en rien l'exactitude des résultats et l'on doit les considérer comme valides dans tous les calculs. C'est ainsi qu'on a, par exemple,

$$\sin^2\left(\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{I}}\right) + \cos^2\left(\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{I}}\right) = \left(\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{I}}\right)^2 + 1 = 1.$$

» La décomposition des rectangles étant identique à celle des vecteurs sphériques, si l'on veut décomposer un rectangle V, dont le pôle est une droite Π quelconque de l'espace, en trois autres rectangles V_x, V_y, V_z, dont les pôles coïncident avec trois axes de coordonnées rectangulaires X, Y, Z (par exemple les trois axes principaux d'inertie d'un corps), on

aura évidemment

$$V_x = \cos(\overline{\Pi X}),$$
$$V_y = \cos(\overline{\Pi Y}),$$
$$V_z = \cos(\overline{\Pi Z}).$$

» Ces trois équations complexes fourniront six équations ordinaires qui détermineront les trois rectangles composants. Toute la Mécanique des corps rigides peut être traitée sous le même point de vue. »

PHYSIQUE. — *Sur les déformations permanentes du verre et le déplacement du zéro des thermomètres*. Note de M. L. **Marchis**, présentée par M. Mascart.

« Le déplacement du zéro des thermomètres à mercure a été l'objet de travaux remarquables de la part de divers expérimentateurs, au nombre desquels je citerai M. Guillaume et les savants du Bureau international des Poids et Mesures. Mais ceux-ci se sont surtout préoccupés de construire un thermomètre à mercure présentant un très petit déplacement du zéro : ils y sont parvenus grâce à une étude patiente du thermomètre en verre vert recuit, maintenu entre 0° et 100°. Dans ces limites, on arrive à obtenir un thermomètre dont le déplacement du zéro atteint à peine l'ordre des millièmes de degré.

» Mais en raison même des très petits déplacements présentés par le verre vert recuit, il devient très difficile de mettre en évidence les lois auxquelles peut obéir la marche du zéro d'un tel thermomètre. Aussi me suis-je proposé de produire de très grands déplacements en m'adressant non plus au verre vert, mais au cristal, et en portant le thermomètre soit à des températures beaucoup plus élevées que 100°, soit à des températures très inférieures à zéro.

» Le cristal que j'ai employé est connu des constructeurs sous le nom de *cristal Guilbert Martin;* sa composition est bien connue. J'ai, d'ailleurs, par des analyses directes sur divers échantillons employés, constaté que sa composition était très sensiblement constante.

» Dans mes expériences, j'ai déterminé le déplacement du point 60 : le terme de comparaison est un thermomètre en verre vert recuit, construit depuis deux ans et qui, depuis cette époque, a été porté un très grand nombre de fois de la température ordinaire à 70° au plus : malgré ces

variations, fréquemment reproduites, le zéro de cet instrument ne se déplace plus de $\frac{5}{1000}$ de degré par mois.

» Les divers thermomètres en cristal sur lesquels j'ai opéré ont été étudiés :

» Soit entre 60° et 185° (ébullition de l'aniline),

» Soit entre 60° et 310° (ébullition de la diphénylamine),

» Soit entre 60° et 357° (ébullition du mercure),

» Soit entre 60° et — 80° (acide carbonique solide).

» Dans la plupart des cas, les expériences ont été conduites de la manière suivante :

» Le thermomètre, étant à 60°, est introduit dans une enceinte maintenue à la température T; on l'y laisse un temps θ : on le ramène alors à 60°, par un refroidissement brusque; on le reporte à la température T et l'on recommence l'expérience précédente.

» Je dis que des expériences forment une *même série* lorsqu'elles sont toutes produites entre les mêmes températures t (60°) et T sans changement dans le mode d'échauffement ou de refroidissement.

» Mes expériences m'ont conduit aux résultats suivants :

» 1° Désignons par $x_1, x_2, x_3, \ldots$ les indications du thermomètre en cristal correspondant, dans les expériences successives d'une même série, à l'indication $t = 60°$ du thermomètre étalon.

» Les valeurs $x_1, x_2, x_3, \ldots$ vont sans cesse en croissant, de manière que les différences $(x_2 - x_1), (x_3 - x_2), \ldots$ tendent vers zéro.

» Elles admettent pour *limite supérieure* la valeur

$$X_1 = \chi_1(\theta, t, T).$$

» 2° La limite supérieure a une valeur d'autant plus *grande* que la température T est elle-même plus *élevée*.

» 3° La limite supérieure X_1 étant atteinte dans une série (θ, t, T), on produit une *perturbation* dans l'état du thermomètre, puis on recommence une nouvelle série (θ, t, T) : on obtient alors une nouvelle limite supérieure X_2, telle que $X_2 > X_1$.

» La perturbation qui permet de passer de la limite X_1 à la limite X_2 est produite, soit en portant l'instrument un temps déterminé à une température supérieure à T, soit en le maintenant à des températures comprises entre t et T; soit enfin en changeant le mode de refroidissement de T à t.

» 4° La limite supérieure X_2 étant atteinte, on produit une nouvelle perturbation *identique* à celle qui a permis de passer de la limite X_1 à la

limite X_2; on obtient, en reproduisant une série [θ, t, T], une troisième limite supérieure X_3. Par une perturbation identique aux deux premières on passe à une quatrième limite X_4, etc.

» Les valeurs X_1, X_2, X_3, ... vont sans cesse en croissant, de manière que les différences $(X_2 - X_1)$, $(X_3 - X_2)$, ... tendent vers zéro.

» Elles admettent pour limite supérieure la valeur X; je désignerai cette limite sous le nom de *limite des limites,* correspondant à la série [θ, t, T] et à la perturbation constante qui a permis d'obtenir la suite des limites X_1, X_2, ...

» 5° Produisons des séries dans lesquelles les durées de séjour de l'instrument soit à t, soit à T, aillent *en croissant.*

» Les valeurs des limites particulières à chaque série suivent la même loi que les limites X_1, X_2, ... En particulier, il existe encore ici une *limite des limites.*

» Telles sont les différentes lois auxquelles nous a conduit jusqu'ici l'étude des thermomètres en cristal. Des expériences déjà entreprises avec les thermomètres en verre vert nous ont montré l'existence de lois identiques; les déplacements seuls sont beaucoup plus petits [1]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de l'aimantation sur les forces électromotrices des piles dont le fer est un des éléments.* Note de MM. **Ulysse Lala** et **A. Fournier**, présentée par M. Mascart.

« Un couple thermo-électrique était constitué par une lamelle de cuivre serrée fortement entre les deux armatures d'un électro-aimant Faraday, de manière à former un élément symétrique. Un galvanomètre à réflexion, placé dans une salle éloignée, communiquait par l'une de ses bornes avec l'électrode cuivre du couple, l'autre borne étant en relation avec l'armature fer et le sol.

» L'élément thermo-électrique était chauffé le temps nécessaire à la production d'une déviation fixe de l'image lumineuse réfléchie par le miroir du galvanomètre. Cette déviation était d'environ 6^{cm}. L'état stationnaire ainsi établi, on excitait l'électro-aimant par le passage d'un courant de 8 ampères, fourni par une batterie d'accumulateurs. On observait un dé-

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Caen.

placement permanent de 3^{mm} environ durant l'existence du champ. Ce déplacement, dont le sens ne changeait pas par le renversement du courant excitateur, accusait une *diminution* de force électromotrice. C'est un résultat analogue à celui qui a été constaté par M. Grimaldi sur un couple thermo-électrique bismuth-cuivre.

» Nous avons vérifié que la création du champ n'amenait aucune déviation *permanente* dans le galvanomètre. L'établissement du champ produisait au contraire un déplacement très faible (1^{mm} environ) disparaissant rapidement et en sens inverse de celui du phénomène observé. D'ailleurs par la suppression du courant, l'aiguille du galvanomètre reprenait sa position initiale. La diminution de force électromotrice était donc due à l'action du champ sur le couple.

» En réalisant les mêmes conditions de symétrie que pour l'élément thermo-électrique, nous avons renouvelé l'expérience avec un couple hydro-électrique formé par un bloc évidé de paraffine de 7^{mm} à 8^{mm} d'épaisseur, dont les armatures de l'électro constituaient à la fois les faces et l'une des électrodes. Ce bloc contenait de l'eau distillée dans laquelle était plongée, entre les deux faces fer et à une fraction de millimètre de chacune d'elles, une lame de cuivre formant la seconde électrode.

» La méthode n'a pas varié. Cet élément hydro-électrique donne un courant légèrement inférieur à celui du couple thermo-électrique fer-cuivre. Le phénomène observé a été de même nature et la *diminution* de force électromotrice pendant l'existence du champ a été d'environ $\frac{1}{20}$ de la force électromotrice normale de la pile.

» Cette expérience, en contradiction avec les résultats obtenus par MM. E.-L. Nichols et W.-S. Franklin, confirme, par une méthode expérimentale différente, ceux de MM. H.-A. Rowland et L. Bell, Hurmuzescu et les prévisions théoriques de M. Janet et de M. Duhem. »

OPTIQUE. — *Mesure de petites épaisseurs en valeur absolue.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **A. Perot**, présentée par M. Potier.

« L'emploi des franges des lames minces en lumière homogène, fournit une méthode précise pour la mesure de petites épaisseurs; c'est une des formes de cette méthode que nous allons décrire, en indiquant d'abord la nature et les propriétés des lames minces employées.

» Les franges que nous observons sont des franges en lumière trans-

mise; or, quand on produit ces franges entre deux surfaces de verre, elles sont noyées dans un éclairement intense à cause du faible pouvoir réflecteur du verre; pour un verre d'indice 1,52 le pouvoir réflecteur, sous l'incidence normale, est $f = 0,042$, et le rapport des intensités des maxima et des minima est $\left(\frac{1+f}{1-f}\right)^2 = 1,18$ seulement; si, au contraire, on produit ces franges entre des surfaces réfléchissantes, pour lesquelles $f = 0,75$ par exemple, le rapport des maxima aux minima devient égal à 49, les minima sont presque obscurs; ces conditions se trouvent réalisées si l'on argente faiblement les lames de verre qui limitent la lame mince d'air. Les franges présentent alors l'aspect de lignes très fines tracées sur fond sombre. La cause de ce fait est l'existence des réflexions multiples; il y a interférence de l'onde qui a traversé directement le système avec celles qui ont subi, à l'intérieur, 2, 4, ..., $2n$ réflexions et dont, grâce à la valeur élevée de f, les intensités ne décroissent pas très rapidement; les différences de marche de ces ondes avec la première sont alors $\Delta, 2\Delta, \ldots, n\Delta$. Les ondes ne sont concordantes que si Δ est un multiple exact de λ, mais, pour peu qu'il en diffère, il y aura interférence entre l'onde directe et des ondes réfléchies d'ordre plus ou moins élevé. C'est la même raison qui fait qu'un réseau donne une série d'images nettes d'une fente éclairée par de la lumière monochromatique.

» Un calcul, dû à Airy, montre que, I_0 étant l'intensité maximum, l'intensité correspondant à la différence de marche Δ est

$$I = I_0 \frac{1}{1 + \frac{4f}{(1-f)^2} \sin^2 \pi \frac{\Delta}{\lambda}};$$

pour $f = 0,75$, $\frac{4f}{(1-f)^2} = 48$, et la valeur de I devient très petite dès que $\frac{\Delta}{\lambda}$ diffère sensiblement d'un nombre entier. A une distance d'un maximum égale à $\frac{1}{10}$ de frange, l'intensité n'est que le sixième de sa valeur maximum. On aperçoit en lumière monochromatique, dans ces conditions, des franges *brillantes, très déliées*, dont le pointé peut se faire avec une grande exactitude. Le phénomène ne venant que de la valeur élevée du pouvoir réflecteur, on conçoit pourquoi les franges des lames minces, au voisinage de la réflexion totale, et, en particulier, celles d'Herschell, présentent cet aspect ([1]).

([1]) Ch. Fabry, *Thèse* et *Journal de Physique*, 3e série, t. I, p. 316; 1892.

» Si la lumière qui éclaire la lame est composée d'un certain nombre de radiations simples, chacune d'elles donnera son système de franges fines sans qu'il y ait confusion entre les différents systèmes; s'il s'agit de deux radiations peu différentes, les disparitions observées par Fizeau et M. Michelson seront remplacées par des dédoublements; la double raie du sodium donne lieu à une série de dédoublements se reproduisant périodiquement toutes les mille franges environ; ce phénomène a été observé par M. Boulouch ([1]). Il est facile d'ailleurs, connaissant les longueurs d'onde des radiations incidentes, de déterminer l'aspect des franges pour une épaisseur donnée; cette remarque est précieuse pour la vérification du numéro d'ordre d'une frange; nous avons employé dans ce but les radiations jaunes du sodium et rouge du lithium produites par le même brûleur; il y a coïncidence des systèmes toutes les huit franges environ.

» Étant données ces propriétés des franges des lames minces argentées, nous avons pu construire des lames prismatiques comprises entre deux lames de verre argentées de 20^{cm} de long. Dans le sens de la longueur on a tracé, sur une des argentures, une division en millimètres; grâce à l'étude des franges nous avons pu construire des Tableaux numériques et des courbes nous donnant, pour chaque lame, l'épaisseur en chaque point de la graduation. Nos lames, au nombre de cinq, empiètent les unes sur les autres et vont de 60 à 380 $\frac{\lambda}{2}$ de la raie jaune du sodium. Le détail de la méthode suivie pour cet étalonnage et sa vérification sera donné ultérieurement.

» Grâce à ces lames nous pouvons, par une simple lecture, déterminer l'épaisseur en un point d'une lame mince argentée.

» Cette détermination est rapide et, de plus, par deux lectures successives, nous pourrons déterminer au besoin la variation d'épaisseur d'une lame mince, *quelque brusque que soit le déplacement,* ce que ne saurait permettre l'observation ordinaire.

» Voici, brièvement exposée, la méthode employée : nous projetons, sur la lame à mesurer, l'image d'une de nos lames prismatiques étalons, convenablement choisie; le système est traversé par de la lumière blanche (arc électrique) et, les précautions étant prises pour éviter tout échauffement, nous observons la lame à étudier avec une lunette. En général, on ne voit aucune frange; mais, en particulier, si l'épaisseur de la partie de la

([1]) *Journal de Physique*, 3e série, t. II, p. 316; 1893.

lame étalon projetée sur la lame est peu différente de l'épaisseur correspondante de celle-ci, il pourra y avoir interférence entre les rayons qui, réfléchis deux fois sur la lame étalon, ont traversé directement la lame mince, et ceux qui ont subi les modifications inverses. Aux points pour lesquels les épaisseurs sont égales, on verra une frange blanche bordée de franges colorées, rappelant les teintes des réseaux; le centre de la frange blanche dessine le lieu des égales épaisseurs ; on fait apparaître et l'on déplace cette frange en faisant glisser la lame étalon normalement à son arête. La détermination de l'épaisseur se fait en lisant dans la lunette le numéro de la graduation sur lequel se trouve la frange et se reportant aux Tables.

» *La manipulation consiste donc simplement à déplacer la lame étalon jusqu'à apparition de la frange blanche et à lire le chiffre correspondant.*

» Dans l'emploi de cette méthode pour la détermination d'épaisseurs en valeur absolue, on est amené à faire une correction due à la perte de phase par réflexion sur l'argent. Elle est d'autant plus faible que la couche d'argent ne dépasse pas $\frac{1}{10}$ de frange. Elle disparaît dans les mesures de variation d'épaisseur. »

PHYSIQUE. — *Sur les densités de l'azote, de l'oxygène et de l'argon et la composition de l'air atmosphérique.* Note de M. A. Leduc [1], présentée par M. Lippmann.

« La découverte de l'argon est venue modifier un certain nombre des résultats numériques que j'ai publiés antérieurement : poids atomiques, volumes moléculaires, et en première ligne la densité de l'azote.

» J'ai été amené en outre à reprendre l'étude de quelques gaz, et en particulier celle de l'oxygène dont la densité me paraissait un peu faible en comparaison de celle de l'azote chimique.

» *Azote.* — Lord Rayleigh a déjà déterminé la densité de l'azote préparé de diverses manières; mais, ainsi qu'il m'a fait l'honneur de me l'écrire, ses expériences avaient surtout pour but de rechercher si la densité de ce gaz était bien indépendante du procédé de préparation.

» Je me suis proposé de trouver aussi exactement que possible la densité de ce gaz, en le préparant par les procédés qui paraissaient les plus propres à le fournir à l'état de pureté.

---

(1) Ce travail a été exécuté, ainsi que le précédent, au Laboratoire d'enseignement physique, à la Sorbonne.

» 1. Décomposition de l'azotite d'ammonium par la chaleur. Le gaz obtenu est fortement mélangé d'oxydes d'azote et de gaz ammoniac; il est purifié par une longue colonne de cuivre suivi d'oxyde de cuivre, portée à l'incandescence.

» 2. Décomposition de l'azotate d'ammonium par la chaleur. Le protoxyde d'azote impur ainsi obtenu est traité comme ci-dessus.

» 3. Décomposition du bioxyde d'azote par le cuivre incandescent.

» 4. Décomposition du gaz ammoniac par l'oxyde de cuivre incandescent. Cet oxyde est suivi d'une colonne de cuivre qui a pour but de décomposer les oxydes de l'azote produits dans l'action précédente.

» Dans tous les cas, l'azote obtenu traverse, avant de se rendre au ballon à densités, une colonne à potasse et une autre à ponce sulfurique, puis un tube en U chargé d'anhydride phosphorique.

» Le vide est fait dans tous les appareils, avant l'opération, afin d'éviter la présence de l'argon.

» Les poids d'azote contenus dans mon ballon, à $0°$ et 76^{cm}, se sont trouvés compris entre $2^{gr},8467$ et $2^{gr},8474$; leur moyenne $2^{gr},8470$ correspond, toutes corrections faites, à la densité par rapport à l'air 0,96717 [1].

» *Oxygène*. — J'ai trouvé autrefois pour la densité de l'oxygène par rapport à l'air 1,10506. Bien que ce nombre ne résultât que d'une seule série d'expériences, électrolyse d'une solution de potasse, je l'avais admis sans hésitation parce qu'il s'harmonisait avec les autres résultats obtenus jusque-là.

» Après la découverte de l'argon, ce nombre me parut un peu faible. J'entrepris de préparer l'oxygène en décomposant par la chaleur le permanganate de potasse cristallisé. Avant d'arriver au ballon à densités, le gaz passait sur de la potasse, de la ponce sulfurique et de l'anhydride phosphorique. La densité fut trouvée voisine de 1,10527.

» Je repris alors la préparation de l'oxygène par électrolyse; mais, au lieu d'une petite colonne de mousse de platine, j'employai, pour éliminer l'hydrogène, une longue colonne d'oxyde de cuivre portée au rouge sombre. Trois expériences bien concordantes ont donné 1,10521.

» Convaincu par cette expérience de l'insuffisance de la mousse de platine dans les expériences antérieures, j'admettrai pour la densité de l'oxygène 1,10523.

» *Argon*. — J'ai eu maintes fois l'occasion de faire remarquer que la concordance remarquable des nombres obtenus, tant par Lord Rayleigh que par

---

[1] Ainsi que je l'ai fait remarquer antérieurement, la dernière décimale peut être entachée d'une erreur de plusieurs unités. D'ailleurs, le présent nombre a beaucoup de chances d'être approché par excès. Peut-être serait-il prudent de le réduire à 0,9671.

moi-même, pour la densité de l'azote atmosphérique, implique la constance de la proportion de l'argon dans l'atmosphère. Ce point a été mis récemment hors de doute par M. Schlœsing fils ([1]) qui a trouvé pour la proportion de l'argon dans l'azote atmosphérique 0,0119.

» Désignons par d, d' et x les densités de l'azote chimique, de l'azote atmosphérique et de l'argon. On a ($d' = 0,97203$)

$$d' = 0,0119x + (1 - 0,0119)d.$$

On en tire

$$x = 1,376,$$

ou, par rapport à l'hydrogène, 19,80 au lieu de 19,9 admis jusqu'ici.

» *Résumé.* — Je crois utile de fixer ici ces résultats en donnant le poids du litre de chacun de ces gaz à 0°, soit sous la pression d'une barye (10^6 C. G. S.), soit sous la pression atmosphérique normale à Paris.

Pression.	Oxygène.	Azote.	Argon.
1 barye...........	$1^{gr},4100$	$1^{gr},2338$	$1^{gr},755$
1 atmosphère......	$1^{gr},4293$	$1^{gr},2507$	$1^{gr},780$

» Je reviendrai prochainement sur les poids atomiques de l'azote et de l'oxygène.

» *Composition de l'air atmosphérique.* — J'ai déterminé un grand nombre de fois la composition de l'air atmosphérique desséché et dépouillé de l'acide carbonique, etc., et j'ai trouvé qu'il contient en moyenne les $\frac{232}{1000}$ de son poids d'oxygène.

» La considération des densités de l'oxygène et de l'azote atmosphérique ([2]) conduit au nombre 232,08, que l'on peut considérer comme identique au précédent.

» D'autre part, les $\frac{768}{1000}$ d'azote atmosphérique se décomposent proportionnellement aux nombres $9881 \times 0,96717$ et $119 \times 1,376$, ce qui donne $\frac{755}{1000}$ pour l'azote, et $\frac{13}{1000}$ pour l'argon.

» La composition centésimale de l'air atmosphérique moyen est donc représentée par le Tableau suivant :

	Azote.	Oxygène.	Argon.
En poids.........	75,5	23,2	1,3
En volumes......	78,06	21	0,94

([1]) *Comptes rendus* du 2 novembre 1896.

([2]) A. Leduc, *Comptes rendus*, 4 août 1890. L'emploi du nombre 1,10506 pour la densité de l'oxygène me conduisit alors à 232,35. L'écart me parut imputable aux erreurs d'expérience.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur une loi relative à la vapeur d'eau.* Note de M. **Rateau**, présentée par M. Poincaré.

« En construisant un abaque de la consommation théorique d'une machine à vapeur d'eau, j'ai constaté une relation nouvelle, digne d'être remarquée, entre les éléments qui résultent des expériences de Regnault.

» On sait que l'énergie disponible N dans 1^{kg} de vapeur d'eau, initialement saturée et sèche, qui évolue dans une machine parfaite en passant de la pression absolue d'amont P à la pression d'aval p, avec détente adiabatique complète, poussée jusqu'à la pression p, est donnée, en kilogrammètres, par la formule

$$(1) \qquad N = E\left[r\frac{T_1 - T_2}{T_1} + \int_{T_2}^{T_1} C\left(\frac{T - T_2}{T}\right) dT\right],$$

dans laquelle les lettres ont la signification suivante :

$E = 425$, équivalent mécanique de la calorie,
T_1 température absolue correspondant à la pression P,
T_2 température absolue correspondant à la pression p,
C chaleur spécifique de l'eau à la température T,
r chaleur de vaporisation de l'eau à la température T_1.

» Partant de cette formule et m'appuyant sur les Tables déduites des expériences de Regnault, j'ai construit un abaque permettant de trouver rapidement la consommation théorique k, en kilogrammes, par cheval et par heure, pour une machine parfaite fonctionnant entre les pressions P et p. J'avais d'abord fait l'abaque en portant p et P sur deux axes rectangulaires; les points d'égale consommation (k constant) dessinaient des sortes de paraboles. J'ai eu alors l'idée de refaire l'abaque en coordonnées logarithmiques ($\log p$ en abscisse et $\log P$ en ordonnée), ce qui m'a donné l'occasion de faire cette observation, que les points d'égale consommation se rangent parfaitement en ligne droite. Les écarts sont de l'ordre du millième et paraissent dus aux erreurs de dessin, peut-être aussi aux petites erreurs des Tables de Regnault. Cette loi se vérifie entre 1^{kg} et 25^{kg} pour P, d'une part, et $0^{kg},05$ et 3^{kg} pour p, d'autre part, c'est-à-dire dans des limites extrêmement étendues.

» Il résulte de là que les valeurs de P et p, qui donnent à la consommation k une même valeur, sont liées par une relation de la forme

$$(2) \qquad ap = P^b.$$

» J'ai pu faire encore deux autres constatations bien curieuses en transformant l'abaque logarithmique en abaque par points isoplèthes, suivant l'ingénieuse méthode de M. d'Ocagne. Si l'on porte $\log P$ et $\log p$ respectivement sur deux droites parallèles et en sens inverses, les points k, qui sont les correspondants des droites k du premier abaque, se rangent aussi en ligne droite, ce qui prouve que les droites k convergent vers un même point, dont on trouve les coordonnées approximativement égales à

$$P = p = 30\,000\,000^{kg}.$$

» De plus, les points k se distribuent d'une manière très simple; leurs distances au point de consommation infinie sont inversement proportionnelles à $k - 0,4$. On déduit facilement de là les valeurs de a et b en fonction de k. Portant ces valeurs dans la relation (2), on voit que k s'exprime très simplement en fonction de P et p.

» La formule est

$$(3) \qquad k = \alpha + \frac{\beta - \gamma \log P}{\log P - \log p}.$$

» Le dessin conduit à prendre les valeurs suivantes pour ces trois coefficients α, β et γ, les logarithmes étant pris avec la base 10,

$$\alpha = 0,85, \qquad \beta = 6,95, \qquad \gamma = 0,92.$$

» Avec ces valeurs le calcul de k, par la formule (3), ne diffère du calcul direct que de quantités très petites, généralement inférieures à $\frac{3}{1000}$, en grandeur relative, pour tous les exemples compris dans les limites ci-dessus indiquées.

» Il est bien remarquable que k ait ainsi une expression simple, rigoureuse on peut le dire, en fonction de P et p, alors que la chaleur de vaporisation et la température d'ébullition, dont k dépend directement, sont liées à la pression par des relations compliquées dont la forme exacte est, d'ailleurs, encore inconnue.

Comparaison de la formule $k = 0{,}85 + \dfrac{6{,}95 - 0{,}92 \log P}{\log P - \log p}$ *avec le calcul direct.*

Pressions en kilogrammes par centimètre carré. P.	p.	k calculé par les tables.	par la formule.	Différence en millièmes.
1,00	0,044	6,000	5,974	−4,3
1,00	0,074	7,000	6,997	−0,4
1,00	0,107	8,000	8,011	+1,4
1,00	0,1403	9,000	8,999	−0,1
1,00	0,1745	10,000	10,018	+1,8
1,00	0,3228	15,000	15,00	+0,0
1,00	0,4356	20,000	20,11	+5,5
10,00	0,0521	3,500	3,491	−2,5
»	0,123	4,000	4,007	+1,7
»	0,356	5,000	5,013	+2,6
»	0,677	6,000	6,007	+1,1
»	1,050	7,000	7,011	+1,6
»	1,440	8,000	8,015	+1,7
»	1,830	9,000	9,026	+2,9
»	2,200	10,000	10,020	+2,0
0,10 (¹)	0,01	8,752	8,720	−3,6
0,10 (¹)	0,02	12,141	12,110	−2,5
0,50 (¹)	0,02	6,045	6,020	−4,1
25,00	1,00	4,915	4,902	−2,6
25,00 (¹)	5,00	8,993	8,953	−4,5

PHYSIQUE. — *Robinet pour récipients destinés aux gaz comprimés ou liquéfiés.* Note de MM. **E. Ducretet** et **L. Lejeune.**

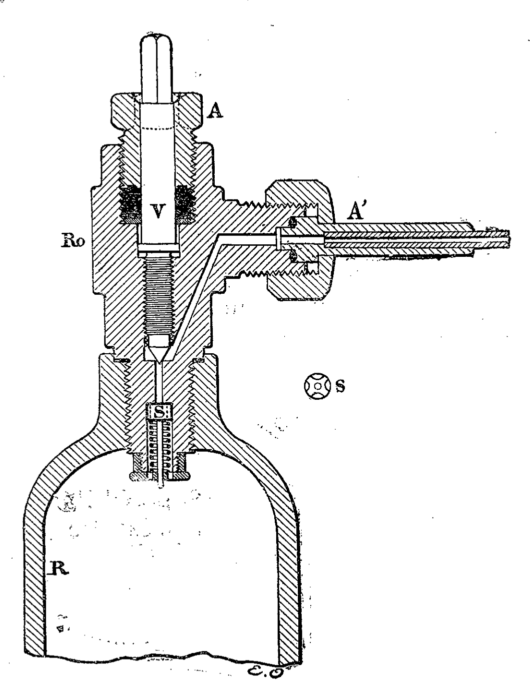
« Tous ceux qui font un usage fréquent de l'*oxygène comprimé* savent, par expérience, que ce gaz, lancé trop vivement (par le simple jeu du robinet du récipient) dans un détendeur ou directement dans le tube de caoutchouc fixé à la lampe oxhydrique, produit quelquefois une violente explosion, et la *combustion* du tube de caoutchouc dans le second cas.

» MM. Berthelot et Vieille (*Comptes rendus,* séance du 5 octobre 1896) ont signalé le danger que l'*acétylène liquéfié* peut présenter, dans les mêmes conditions, lorsqu'il est lancé trop vivement dans un détendeur ou

(¹) Exemples extrapolés.

dans tout autre réservoir de faible capacité : le danger serait en permanence dans les mains de tout le monde.

» Le robinet de sortie que nous présentons à l'Académie offre une plus grande sécurité ; *il ne permet pas la sortie rapide du gaz, même par une manœuvre rapide de la vis* V. A l'intérieur de ce robinet se trouve une sou-



pape S ayant une ouverture de sortie permanente et réglée; par suite, cette soupape permet une rentrée rapide du gaz pour le remplissage du récipient R, mais elle s'oppose à une brusque sortie du gaz, ainsi qu'il vient d'être dit; on évite ainsi l'introduction anormale du gaz dans le détendeur ou dans la conduite de distribution. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *La neutralité des sels et les indicateurs colorés.* Note de M. **H. Lescœur**, présentée par M. Troost.

« 1. Les anciens chimistes définissaient les bases par leur propriété de verdir le sirop de violettes, de rougir le papier de curcuma et de bleuir le tournesol rouge, et les acides par la propriété de rougir le tournesol bleu. Mélangeant les acides et les bases, de façon à neutraliser leur action sur

les indicateurs colorés, ils obtenaient le *sel moyen ou sel neutre,* combinaison de l'acide et de la base qui ne peut *ni rougir le tournesol bleu, ni bleuir le tournesol rouge,* et cette définition s'est continuée jusqu'aujourd'hui.

» Cette manière de définir la neutralité des sels a soulevé des objections. Certains d'entre eux, par exemple le sulfate de zinc, rougissent le tournesol. Ils ne sont donc pas neutres suivant la définition, et pourtant les analogies ne permettent pas de les séparer des sels véritablement neutres, du sulfate de soude par exemple. Berzelius a donc proposé, en conservant pour les sels de potasse et de soude les signes de neutralité fournis par les indicateurs colorés, de ne tenir aucun compte de ce caractère pour les autres sels métalliques et de convenir, pour la nomenclature, de se régler sur l'analogie avec les sels de soude correspondants. Ainsi les sulfates neutres seront ceux qui, comme le sulfate neutre de soude, contiennent trois fois plus d'oxygène dans l'acide que dans la base.

» 2. En réalité, à l'origine de cette question, se trouve un malentendu sur l'interprétation des signes fournis par le tournesol, malentendu qui dure toujours.

» Le tournesol contient une matière colorante rouge formant avec les alcalis des composés bleus. Dans l'eau pure ou en présence d'un acide cet indicateur sera donc rouge. Il sera bleu en présence d'un alcali libre. En présence d'une base insoluble, tantôt il demeurera rouge sans modification, comme dans le cas de l'alumine, tantôt il donnera des composés violacés, insolubles ou peu solubles, plus ou moins décomposables par l'eau et la solution se décolorera plus ou moins complètement, tout en demeurant ordinairement rose.

» Si, dans une solution renfermant une base insoluble et un acide minéral en excès, on verse un alcali, en présence du tournesol, de façon à passer de l'acidité à l'alcalinité du milieu, le tournesol varie du rouge au bleu et ce virage est quelquefois suffisamment net pour qu'il fournisse un moyen de dosage, comme c'est le cas pour les sels d'alumine. Mais *le virage se produit, non au moment où, l'acide étant saturé, la précipitation de l'oxyde commence, mais quand celle-ci étant achevée, le milieu contient de l'alcali en excès*. Pour la plupart des métaux le virage est des plus obscurs et entre le moment où il y a encore de l'acide libre et celui où l'alcali se trouve en excès, pendant la période de la précipitation, le tournesol passe par toutes les nuances intermédiaires entre le rouge et le bleu.

» Il est rationnel de regarder comme neutre l'état du milieu pendant la période de la précipitation. Il ne contient alors ni acide, ni alcali libre. Le

cas de l'alun et des sels analogues semble montrer que la coloration rouge du tournesol n'indique pas nécessairement l'acidité du milieu. Elle peut également signifier la neutralité. Les phénomènes différents que présentent d'autres sels métalliques, en raison de leurs variations et de leur obscurité, ne sauraient prévaloir contre cette opinion.

» 3. Cette interprétation est confirmée par l'étude des autres indicateurs, aujourd'hui très nombreux.

» La phtaléine du phénol est une matière incolore donnant avec les alcalis des composés rouges. Elle ne se combine pas aux oxydes métalliques insolubles. Dans un milieu contenant une base insoluble et un acide en excès, si l'on verse un alcali, en présence de la phtaléine, la solution sera d'abord incolore par la présence d'un acide libre; celui-ci étant neutralisé et l'oxyde se précipitant, elle demeurera encore incolore et le virage au rouge n'aura lieu que lorsque, la totalité de l'oxyde étant précipitée, le milieu contiendra de l'alcali en excès.

» La phtaléine, par son virage, signale donc, *non le passage de l'acidité à l'alcalinité, mais le passage de la neutralité à l'alcalinité*. Ses indications sont comparables à celles du tournesol, mais infiniment plus nettes.

» 4. L'héliantine (orangé Poirrier n° 3) est une matière colorante sensiblement incolore en milieu alcalin ou neutre, mais devenant rouge en présence des acides libres. Si, dans une solution d'un oxyde métallique avec un acide en excès, on verse un alcali, en présence de l'héliantine, le milieu est d'abord coloré en rose; puis le virage au jaune se produit quand tout l'acide libre est saturé. C'est ensuite seulement que commence la précipitation. Cet indicateur signale donc le passage *de l'acidité à la neutralité*. Les données qu'il fournit sont absolument opposées à celles du tournesol et de la phtaléine.

» *Conclusion*. — En combinant les données de ces deux ordres de matières colorantes, la notion de neutralité prend un caractère de grande netteté. La coloration rouge de la phtaléine ou bleue du tournesol indiquant la présence d'un alcali libre, la coloration rose de l'héliantine indiquant la présence d'un acide libre, on réservera le terme de *neutre* pour l'état d'un milieu tel que, d'une part, l'héliantine demeure incolore, d'autre part, la phtaléine demeure incolore et le tournesol rouge.

» On reconnaît ainsi que les sels, tels que l'alun, le sulfate de zinc, etc., que Berzelius considérait comme acides au tournesol, sont en réalité neutres aux réactifs colorés et que dans la question de la neutralité des sels il y a concordance entre la théorie et les données des indicateurs colorés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide sulfurique et de l'iode sur l'acide iodique*. Note de M. **Paul Chrétien**, présentée par M. Troost.

« L'acide iodique est soluble dans l'acide sulfurique qui en dissout $\frac{1}{5}$ de son poids environ à 200°. Cette dissolution ne s'effectue jamais sans dégagement de quelques bulles d'oxygène provenant d'un commencement de réduction de l'acide iodique et, par refroidissement, la liqueur laisse déposer des cristaux légèrement teintés en jaune. Afin d'éviter cette coloration, j'ai dû verser le liquide chaud dans une capsule de porcelaine contenant quelques centimètres cubes d'acide azotique fumant; dans ces conditions, on obtient des cristaux parfaitement incolores. Desséchés sur de la porcelaine poreuse, ils contiennent 97 à 98 pour 100 d'anhydride iodique; le reste est de l'acide sulfurique; mais ce dernier est simplement interposé et disparaît complètement si l'on a soin de pulvériser finement les cristaux et de les dessécher de nouveau; ainsi traités, ils donnent 99,6 pour 100 d'anhydride iodique à l'analyse. L'action de l'acide sulfurique permet donc d'obtenir cet anhydride à l'état cristallisé, forme sous laquelle il n'avait pas encore été décrit.

» Dans aucune circonstance, je n'ai obtenu combinaison des deux acides. Millon (1) avait décrit plusieurs de ces combinaisons et étudié la réduction de l'acide iodique au sein de l'acide sulfurique.

» Si l'on porte à la température de 250°-260° la dissolution sulfurique de l'acide iodique, ce dernier se décompose, un abondant dégagement d'oxygène se produit, et la liqueur prend une teinte jaune plus ou moins foncée. Par refroidissement, le dégagement d'oxygène cesse, et bientôt il se forme un dépôt jaune et amorphe. La composition de ces poudres jaunes est variable, mais toutes jouissent de la propriété suivante : au contact de l'eau, elles se décomposent brusquement en donnant de l'iode, de l'acide iodique et de l'acide sulfurique.

» Si l'on pousse la réduction de l'acide iodique jusqu'à production d'abondantes vapeurs d'iode, la liqueur brunit de plus en plus, et si l'opération a duré assez longtemps, la liqueur obtenue, qui est noire, ne laisse tout d'abord rien déposer en se refroidissant; mais, au bout de quelques jours, on voit apparaître des cristaux jaunes dont la formation s'effectue

(1) Millon, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XII; p. 336.

très lentement, elle dure le plus souvent plusieurs mois; en même temps, le liquide se décolore.

» L'iode est très peu soluble dans l'acide sulfurique, mais il s'y dissout au contraire très bien à la faveur de l'acide iodique. Lorsque, dans une dissolution sulfurique chaude de ce dernier acide, on introduit de l'iode en excès, elle noircit fortement et peu à peu se forment des cristaux jaunes identiques à ceux dont il vient d'être question.

» Ces cristaux ont été débarrassés avec le plus grand soin de l'acide sulfurique retenu mécaniquement et analysés de la façon suivante :

» Projetés dans l'eau, ils se décomposent instantanément en donnant de l'iode, de l'acide iodique et de l'acide sulfurique; dans la liqueur bouillante, on faisait passer un courant d'hydrogène, l'iode distillait et était recueilli dans une solution d'iodure de potassium.

» Dans le liquide incolore, on introduisait ensuite du zinc et un excès d'acide phosphorique; l'acide iodique était réduit et l'iode était distillé et dosé comme précédemment.

» L'acide sulfurique restait dans la liqueur, il était pesé à l'état de sulfate de baryum.

» Enfin, l'eau que contiennent ces cristaux était dosée à part. La matière était chauffée jusqu'à décomposition complète dans un tube de verre au contact de la litharge, une colonne de cuivre retenait l'iode, l'eau était recueillie dans un tube à ponce et pesée.

» Cette méthode d'analyse donne la composition centésimale, le rapport du poids de l'iode mis en liberté par l'eau au poids de l'iode restant à l'état d'acide iodique et le rapport du poids de l'iode total au poids de l'oxygène. Les résultats sont les suivants :

Iode mis en liberté par l'eau	26,12	pour 100
Iode restant à l'état d'acide iodique	39,04	»
Oxygène correspondant	12,3	»
Anhydride sulfurique	20,1	»
Eau	2,19	»
	99,75	

							Moyenne.
Rapport de l'iode à l'oxygène....	5,292	5,282	5,296	5,286	5,296	5,297	5,291
Rapport des deux poids d'iode...	1,509	1,497	1,543	1,5	1,498	1,494	1,506

» Ces nombres conduisent à la formule $SO^3, \frac{1}{2}H^2O, I^2O^3$ pour laquelle la théorie exigerait :

Iode mis en liberté par l'eau	25,98 p. 100		
Iode restant à l'état d'acide iodique	38,97 »	Rapport de l'iode à l'oxygène...	5,291
Oxygène	12,27 »		
Anhydride sulfurique	20,46 »		
Eau	2,3 »		
	99,98 »		

» Ces calculs ont été faits en admettant que l'anhydride iodeux donne à froid dans l'eau la même réaction que l'anhydride chloreux ou plutôt les chlorites à l'ébullition.

» On doit avoir en effet

$$3I^2O^3 + H^2O = 2I^2O^5 + H^2I^2.$$

» Mais l'acide iodhydrique ne pouvant exister en présence de l'acide iodique donne la nouvelle réaction

$$\tfrac{1}{5}I^2O^5 + H^2I^2 = \tfrac{6}{5}I^2 + H^2O,$$

d'où finalement

$$3I^2O^3 = \tfrac{9}{5}I^2O^5 + \tfrac{6}{5}I^2.$$

» Cette équation indique que les deux poids d'iode sont dans le rapport $\frac{3}{2}$. Le nombre trouvé est 1,506.

» On sait qu'en faisant agir l'oxygène ozonisé sur la vapeur d'iode, M. Ogier (1) a obtenu une poudre jaune subissant en présence de l'eau une décomposition identique et correspondant à de l'anhydride iodeux souillé d'un peu d'anhydride iodique (2). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse de l'air par l'*Agaricus atramentarius. Note de M. **T.-L. Phipson**.

« Dans mes Notes sur l'origine de l'oxygène atmosphérique qui ont paru dans les *Comptes rendus* (1893-1895), j'ai essayé de faire voir, en me fondant sur les considérations paléontologiques et l'expérience chimique

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 722.

(2) Travail fait au Laboratoire de Chimie minérale de la Faculté des Sciences.

directe, que le gaz oxygène, qui forme actuellement environ la cinquième partie en volume de l'atmosphère terrestre, y a paru progressivement comme résultat des fonctions vitales des plantes vertes. En premier lieu, c'était par les plantes les plus inférieures (algues vertes), qui encore de nos jours donnent, poids pour poids, plus d'oxygène que les plantes supérieures.

» En faisant végéter diverses plantes vertes sur l'eau dans du gaz azote en présence d'acide carbonique, je me suis convaincu que les plantes vertes sont essentiellement *anaérobies*, qu'elles peuvent végéter sans oxygène libre, que ce sont elles dont la Nature s'est servi pour munir l'atmosphère terrestre de gaz oxygène, et qu'à mesure que, par la suite des siècles, la composition de l'atmosphère a graduellement changé, en devenant de plus en plus oxygénée, les plantes à cellules *aérobies* et les animaux ont dû apparaître.

» Si je mets sur l'eau, dans une cloche pleine d'azote, contenant de l'acide carbonique, une plante verte, telle que le *Convolvulus arvensis* ou le *Lysimachia nummularia*, par exemple, bientôt l'atmosphère de la cloche aura reçu de l'oxygène et, dans quelques mois, elle sera même plus riche en oxygène que l'atmosphère extérieure.

» Dans l'*Agaricus atramentarius*, au contraire, nous avons l'exemple d'une plante (animal?) à cellules aérobies, qui ne peut végéter sans oxygène libre, et qui est capable de faire l'analyse de l'air aussi complètement que fait un bâton de phosphore. En effet, si je mets sur l'eau, dans une cloche graduée pleine d'air, un pied de ce champignon (qui plonge entièrement dans l'air) et que je l'expose à la lumière solaire, comme j'ai fait pour mes plantes vertes, bientôt je remarque une condensation considérable de vapeur d'eau; puis, tout l'oxygène est absorbé, et l'acide carbonique produit se dissolvant dans l'eau, celle-ci monte dans la cloche. Ainsi, dans une petite cloche de 200^{cc}, le niveau de l'eau, au bout de quelques jours, est à 160^{cc} et y reste. Alors la cloche ne contient plus que de l'azote et le champignon s'y dessèche et s'y conserve aussi longtemps que l'on veut, sa végétation ayant cessé. Si alors j'introduis immédiatement une plante verte telle que la *Lysimachia*, à côté du Champignon, la végétation de ce dernier peut recommencer lentement; mais, dans quelques jours, la plante verte aura versé dans l'atmosphère de la cloche plus d'oxygène que l'*Agaricus* n'en peut utiliser, et alors le niveau du gaz sera à 170^{cc} ou 180^{cc} par exemple.

» Ces expériences, faites dans mon laboratoire à Londres pendant les

mois de septembre et octobre, je compte les continuer à la prochaine saison. Aujourd'hui, j'ai voulu seulement constater qu'un pied d'*Agaricus atramentarius* peut faire, en quelques jours, l'analyse de l'air tout aussi complètement qu'un bâton de phosphore; car ce champignon à cellules aérobies ne peut vivre que dans une atmosphère contenant de l'oxygène libre et, au lieu de verser dans l'air du gaz oxygène, comme font les plantes vertes, il absorbe ce gaz pour le convertir en eau et acide carbonique, à peu près comme le fait un animal; seulement, dans le cas de ce dernier, l'analyse n'est pas complète, l'animal, comme on sait, mourant d'asphyxie avant que tout l'oxygène soit absorbé. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés de la glucine pure.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. H. Moissan.

» Nous avons indiqué précédemment [1] un procédé qui nous a permis de préparer la glucine dans un grand état de pureté en partant de l'émeraude de Limoges. Ces premiers essais nous ont amené à reprendre l'étude des propriétés de la glucine.

» Cet oxyde a été soumis à l'action de la température élevée fournie par le four électrique de M. Moissan. Sous l'influence de cette puissante action calorifique, la glucine a pu être fondue et volatilisée. L'oxyde de glucinium fondu se présente sous la forme d'une masse blanche à texture cristalline, rayant profondément le quartz, mais n'attaquant le rubis qu'avec peine. Nous avons souvent rencontré, à la surface des fragments de glucine fondue, de petits cristaux hexagonaux, non adhérents, provenant vraisemblablement de la condensation de la vapeur de cet oxyde. La glucine paraît se volatiliser notablement vers son point de fusion; le même fait a déjà été observé pour l'alumine par M. Henri Moissan [2].

» Les recherches de M. Ditte [3] et celles de M. H. Moissan [4] ont

---

(1) P. Lebeau, *Sur le traitement de l'émeraude et la préparation de la glucine pure* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 641).

(2) H. Moissan, *Réduction de l'alumine par le charbon* (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 935).

(3) A. Ditte, *De l'influence qu'exerce la calcination de quelques oxydes métalliques sur la chaleur dégagée pendant leur combinaison* (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 111).

(4) H. Moissan, *Détermination de la densité de la magnésie fondue* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 506).

montré que la magnésie subissait une variation notable de densité sous l'influence de la calcination, variation allant de 3,193, pour la magnésie préparée à 350°, à 3,654 pour la magnésie fondue au four électrique; les déterminations que nous avons faites sur la glucine nous ont conduit à un résultat tout différent.

» Les densités des différents échantillons d'oxyde de glucinium ont été prises dans l'essence de térébenthine, en prenant les précautions indiquées par M. Ditte [1]. L'essence que nous avons employée bouillait à 158°-160° et sa densité à 0° était 0,884. Nous avons obtenu les résultats suivants :

	Densités à 0°.
Glucine anhydre préparée à 440°	3,012
Glucine calcinée vers 1200°	3,010
Glucine cristallisée	3,015
Glucine fondue	3,025

» On voit que la glucine ne subit pas de polymérisation sensible par une action calorifique intense; elle doit par suite présenter peu de retrait.

» Nous avons également recherché si la glucine fondue était devenue inattaquable par les acides minéraux, comme cela a lieu pour l'alumine.

» Les hydracides gazeux ne l'attaquent pas au rouge. L'acide chlorhydrique concentré la dissout lentement à l'ébullition lorsqu'elle est porphyrisée; l'attaque est encore plus lente avec l'acide azotique concentré et bouillant. L'acide sulfurique concentré l'attaque complètement à chaud; sous l'influence de cet acide, l'oxyde de glucinium augmente de volume et se transforme en une poudre dense cristallisée qui est le sulfate de glucinium anhydre. Ce sulfate ne se dissout dans l'eau qu'après une ébullition prolongée.

» *Action de quelques corps simples sur la glucine.* — Dans l'étude de l'action des corps simples sur cet oxyde, nous avons employé un produit anhydre obtenu, à aussi basse température que possible, par la déshydratation de l'hydrate de glucinium. Cet hydrate a été préparé par la précipitation de la solution de sulfate de glucinium par l'ammoniaque. Le précipité séché à 110° correspond à l'hydrate normal. Par déshydratation à 440°, à la température d'ébullition du soufre, nous avions un oxyde anhydre complètement soluble dans les acides.

» Le fluor l'attaque à chaud, avec formation d'un fluorure fusible et volatil. Le chlore, le brome et l'iode sont sans action; il en est de même des métalloïdes de la deuxième et de la troisième famille.

---

(1) A. Ditte, *loc. cit.*

» Nous avons montré, antérieurement, que l'oxyde de glucinium pouvait être réduit par le carbone à la température du four électrique en donnant un carbure de glucinium cristallisé [1]. Le silicium et le bore réduisent aussi la glucine. Le bore donne, dans ces conditions, un borure cristallisé attaquable par l'acide azotique; mais comme il est nécessaire d'opérer dans des tubes en charbon, seuls capables de résister à ces hautes températures, le borure est toujours mélangé de borure de carbone et d'un corps inattaquable par les acides, cristallisé, transparent et de coloration jaune brun, qui, d'après nos premiers essais, est un borocarbure de glucinium.

» Le potassium, le sodium et l'aluminium sont sans action sur la glucose.

» M. Winkler a indiqué la formation d'un hydrure de glucinium lorsque l'on maintient au rouge, dans une atmosphère d'hydrogène, un mélange de glucine et de magnésium. Ce fait nous a conduit à regarder comme possible la réduction de la glucine par ce métal. Nous avons, à cet effet, répété l'expérience de M. Winkler, dans les conditions expérimentales décrites par lui [2].

» Le mélange d'oxyde de glucinium a été chauffé trois heures au rouge dans un courant d'hydrogène, et l'on a laissé refroidir pendant une heure. Le produit resté dans la nacelle était blanc à peine teinté de gris; au contact de l'eau bouillante, il donnait lieu à un faible dégagement d'hydrogène et d'un peu de gaz ammoniac; l'acide chlorhydrique étendu l'attaquait avec production d'hydrogène tout en laissant la majeure partie de la glucine inattaquée. La présence d'une petite quantité de glucine dissoute dans la liqueur chlorhydrique ne permet pas de conclure à la formation d'un hydrure de glucinium, la glucine, même fondue, étant encore légèrement soluble dans les acides ainsi que nous l'avons démontré. D'ailleurs, en augmentant la durée de la chauffe de manière à volatiliser plus de magnésium, nous avons vu le dégagement d'hydrogène décroître progressivement dans l'action de l'eau bouillante ou de l'acide chlorhydrique étendu sur le produit.

» Enfin, nous avons chauffé à la forge, dans un creuset brasqué, un poids déterminé de glucine avec un excès de magnésium. Ce métal a été complètement volatilisé, et nous avons retrouvé intégralement la glucine.

» Ces expériences nous permettent de conclure à la non-réduction de l'oxyde de glucinium par le magnésium.

» *Conclusions.* — La glucine pure est fusible et volatile à la température du four électrique. Elle ne varie pas sensiblement de densité et elle conserve la propriété d'être attaquable par les acides concentrés.

» Le bore, le silicium et le carbone sont seuls parmi les métalloïdes susceptibles de réduire la glucine en donnant des composés cristallisés. Les

---

(1) P. LEBEAU, *Sur un carbure de glucinium* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 496).

(2) WINKLER, *Berichte des deutsch. chem. Gesells.*, t. XXIV, p. 1972; 1891.

métaux réducteurs, sodium, potassium, magnésium et aluminium sont sans action [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un iodure de molybdène*. Note de M. **M. Guichard**, présentée par M. Moissan.

« L'iode ne se combinant pas au molybdène, même à la température produite par un four à coke, nous nous sommes adressé à l'action du gaz iodhydrique sec sur le chlorure $MoCl^5$ pour obtenir par voie sèche un iodure de molybdène.

» *Préparation*. — On commence par préparer au four électrique, par la méthode de M. Moissan, du molybdène fondu [2]. On le transforme en chlorure de molybdène, par l'action du chlore sur le métal en poudre disposé dans un tube de bohème assez long. Dans ce même tube, on fait passer, en sens inverse du chlore, d'abord de l'acide carbonique, puis du gaz iodhydrique sec. On chauffe le chlorure : une assez grande quantité d'iode est mise en liberté et entraînée par le courant gazeux, tandis qu'il reste, à la place qu'occupait le chlorure, un corps infusible et non volatil.

» Pour débarrasser ce composé d'une petite quantité d'iode libre qu'il renferme, on le lave par décantation avec du sulfure de carbone sec, jusqu'à ce que celui-ci ne se colore plus; il faut ensuite le maintenir pendant quelques heures à 100°.

» Cet iodure, ainsi préparé, se présente sous forme de poudre brune amorphe. Il est insoluble dans l'eau et dans l'alcool; sa composition est MoI^2 [3], sa densité 4,3.

» *Analyse*. — Pour faire l'analyse de cet iodure de molybdène, on en brûle un poids connu dans un courant d'air; l'iode dégagé est absorbé par une solution étendue d'acide sulfureux d'où on le précipite ensuite à l'état d'iodure d'argent; l'acide molybdique, produit d'autre part, est recueilli au moyen d'une dissolution ammoniacale, puis précipité par l'acétate de plomb à l'ébullition, en liqueur neutre.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

(2) H. Moissan, *Préparation du molybdène pur fondu* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 1320).

(3) Berzélius signale dans son *Traité de Chimie* (t. IV, p. 377) un composé de même formule, soluble dans l'eau, analogue au chlorure molybdeux, obtenu par dissolution de l'hydrate molybdeux (aujourd'hui hydrate de sesquioxyde) dans l'acide iodhydrique dissous.

» On peut encore doser le molybdène en attaquant l'iodure à basse température par l'azotate de potassium fondu : l'iode se dégage et le métal se retrouve sous forme de molybdate de potassium.

» Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants :

				Calculé pour MoI^2.
Mo	27,1	27,5		27,4
I	72,8	72,9	72,9	72,6 (1)

» *Propriétés.* — L'iodure de molybdène MoI^2 peut être chauffé dans des tubes vides d'air, jusqu'au point de fusion du verre, sans subir de décomposition. Lorsque le vide est incomplet, s'il a été produit par une trompe à eau, on voit, à basse température, une faible coloration jaune due à un peu d'iode libre et, en même temps, un léger sublimé blanc d'acide molybdique. Cette décomposition n'augmente pas, même après plusieurs heures; elle est donc due à l'action d'une petite quantité d'air. L'iodure de molybdène est, en effet, très facilement oxydable par l'air. Chauffé dans un tube ouvert, il perd de l'iode dès 250°; le molybdène passe à l'état d'oxyde, qui se transforme en acide molybdique à plus haute température. L'oxydation se produit avec incandescence lorsqu'on chauffe brusquement l'iodure sur une lame de platine.

» L'action de l'hydrogène, qui donne du molybdène métallique pulvérulent, noir, et de l'acide iodhydrique, commence à 500°; elle est très rapide au rouge naissant.

» Le chlore réagit au-dessous de 240° et transforme l'iodure de molybdène en chlorure d'iode; le brome donne une réaction analogue.

» Dans l'oxygène, il se produit une vive incandescence à 350°; l'iode se volatilise rapidement, et l'acide molybdique produit est fondu, cristallisé et en partie volatilisé.

» Le soufre transforme l'iodure en un sulfure noir qui, grillé à l'air, dégage de l'acide sulfureux. L'azote n'agit pas à la température de ramollissement du verre.

» Les composés hydrogénés des métalloïdes donnent des décompositions intéressantes. L'eau froide laissée plusieurs jours en contact avec un peu d'iodure donne un louche par l'azotate d'argent; l'eau à 100° après quelques minutes de contact précipite nettement par ce réactif; enfin, si l'on chauffe l'iodure MoI^2 dans la vapeur d'eau surchauffée, il se dégage abondamment de l'acide iodhydrique et, en outre, une quantité notable d'hydrogène; ce dégagement d'hydrogène n'a pas lieu à 100°; comme on ne constate aucune formation d'iode, il est probable que, à froid et à 100°, il se forme l'oxyde MoO correspondant à MoI^2 tandis que, à plus haute température, cet oxyde MoO se transforme en MoO^2 aux dépens de l'oxygène de l'eau; l'oxyde produit dans la vapeur d'eau surchauffée est en effet bleu.

» L'hydrogène sulfuré gazeux donne un sulfure qui brûle facilement à l'air.

» Les acides sulfurique et azotique l'attaquent très lentement à froid; à chaud, ils produisent un départ d'iode et il reste une poudre rouge insoluble qui se convertit

---

(1) Dans une analyse, 0gr,0605 d'iodure d'argent transformés en chlorure d'argent ont donné 0gr,0371; le chiffre calculé serait 0gr,0369 : l'iodure ne renfermait donc pas de chlore.

à plus haute température en acide molybdique blanc. La potasse en solution agit de même lentement à froid.

» En résumé l'iodure de molybdène MoI^2 peut se préparer à l'état amorphe par l'action de l'acide iodhydrique sur le chlorure de molybdène [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la séparation du tungstène et du titane.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. Moissan.

« Quelle que soit la forme primitive sous laquelle se présentent les composés du tungstène et du titane, on peut presque toujours les amener à l'état d'acide tungstique et d'acide titanique. La méthode que nous présentons pouvant s'appliquer, soit quand ces corps sont à l'état métallique, soit quand ils sont à l'état d'oxyde, c'est seulement lorsqu'ils sont sous forme d'alliage qu'il n'est pas utile de les ramener sous celle d'acide.

» Le procédé le plus généralement employé pour séparer l'acide tungstique de l'acide titanique est basé sur ce que, lorsque ces oxydes sont hydratés, le premier est soluble dans l'ammoniaque, le deuxième y est insoluble; mais, quand la combinaison dans laquelle les deux acides se trouvent ensemble a été calcinée, on ne peut opérer la séparation par l'ammoniaque; on est obligé de traiter le mélange par le bisulfate de potassium de façon telle que les deux acides entrent en solution; on peut alors employer l'ammoniaque, mais, dans les deux cas, on est obligé d'en ajouter un excès et l'on sait que, dans ces conditions, de petites quantités d'acide titanique se dissolvent.

» La méthode que nous proposons est basée sur les réactions suivantes :

» Lorsque, dans un mélange formé de 8 parties d'azotate de potassium et de 2 parties de carbonate de potassium et maintenu à sa température de fusion, on ajoute de l'acide tungstique calciné ou non, il s'y dissout entièrement au bout de huit à dix minutes; la masse refroidie reprise par l'eau donne une solution claire dans laquelle l'acide tungstique est sous forme de tungstate de potasse;

» 2° Lorsque dans un mélange identique, maintenu à la même température, on ajoute de l'acide titanique et, en maintenant le rouge sombre pen-

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

dant vingt à trente minutes, si l'on reprend la masse par l'eau, on ne trouve pas traces d'acide titanique dans la solution;

» 3° Lorsque dans un même mélange et dans les mêmes conditions de température (huit à dix minutes) on ajoute du tungstène métallique, il ne tarde pas à disparaître entièrement et la masse reprise par l'eau donne une solution parfaitement limpide;

» Lorsqu'on ajoute dans le mélange en fusion du titane métallique, il s'oxyde et la masse blanche reprise par l'eau ne décèle aucune trace de titane dans la solution.

» *Manière d'opérer.* — La prise d'essai, soit mélange des deux acides calcinés ou non, soit alliage, est traitée au creuset de platine par 7 à 8 fois son poids d'un mélange formé de :

Azotate de potassium.............	8 parties
Carbonate de potassium...........	2 »

on chauffe au rouge sombre de vingt à trente minutes, on obtient une masse blanche qu'on reprend par l'eau après refroidissement; le produit est évaporé à sec au bain-marie afin d'avoir une liqueur filtrée parfaitement claire; on lave d'abord par décantation, on continue les lavages de la partie insoluble sur le filtre avec de l'eau chargée d'azotate d'ammoniaque; sans cette précaution, de petites quantités de la partie insoluble passeraient au travers du filtre et troubleraient le liquide filtré.

» Dans la liqueur, à laquelle on a réuni les eaux des lavages, on dose le tungstène, en le précipitant sous forme de tungstate mercureux, en employant les précautions indiquées en pareil cas. Le résidu qui se trouve sur le filtre est séché, calciné; on le traite ensuite par le bisulfate de potassium, afin d'y doser le titane suivant le procédé le plus généralement employé.

» Il est important de ne pas trop élever la température, c'est-à-dire de ne pas atteindre le rouge, et de ne pas la maintenir un temps exagéré (cinquante minutes à une heure).

» Dans les conditions indiquées, la séparation est rapide et complète ([1]). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Le spectre des chlorophylles.* Note de M. A. **Étard**, présentée par M. Henri Moissan.

« De nombreux auteurs se sont occupés du spectre de la *chlorophylle;* mais si, comme je le soutiens, il existe plusieurs pigments verts, non seulement dans les diverses familles végétales, mais encore dans la feuille d'une même espèce, les spectres dessinés jusqu'à présent ne peuvent être

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

valablement discutés. Beaucoup, d'ailleurs, proviennent de plantes mélangées, leurs chlorophylles étant supposées identiques.

» Tschirch ([1]), dans sa bibliographie raisonnée de la question chlorophyllienne, a comparé, entre autres, des spectres de feuilles *en vie* provenant de nombreuses espèces et les regarde comme pratiquement identiques. Mais le spectre d'une feuille vivante est le spectre de l'ensemble des colorants verts et des dissolvants cellulaires. Il doit être une résultante par superposition.

» Les chlorophylles ont certainement un noyau absorbant commun; les groupes qui s'y ajoutent ou s'en retranchent peuvent cependant modifier le nombre, la disposition et l'intensité des bandes obscures.

» Les détails les plus fins et les plus caractéristiques des spectres tendent à disparaître vus sous une épaisseur difficile à régler.

» On n'étudie pas les chlorophylles sans enlever, très facilement, aux extraits des cristaux verts, considérés comme de la chlorophyllane, et qui sont, comme je l'ai montré, des cires teintes en vert. Les spectres attribués à cette matière ne peuvent compter, même si elle avait la formule

$$(x + y + z + \text{Phyllotaonine})$$

que, tout récemment, Marchlewsky ([2]) écrivait comme possible.

» La connaissance des chlorophylles, si importante en Chimie biologique, peut avancer rapidement si l'on opère sur de grandes quantités d'une chlorophylle définie comme espèce chimique. Il ne serait pas exact de croire que, les chlorophylles ayant cessé de vivre, nos matières vertes, extraites de cellules, soient très altérables et très délicates. Elles peuvent, au contraire, être décomposées lentement, d'une façon rationnelle, par les méthodes de la Chimie organique et laisser voir les pièces successives de leur structure moléculaire. Ce travail exigerait, toutefois, des quantités de matière qu'il n'est pas possible d'obtenir dans un laboratoire.

» Afin qu'une étude spectrale soit comparative, il est indispensable de prendre *une* chlorophylle d'une *espèce* chimique définie et d'examiner sa solution *titrée* en grammes ou molécules dans un dissolvant *donné* sur une *longueur* fixe.

» Ces règles reconnues indispensables dans d'autres recherches physiques ou spectrales n'ont pas été appliquées aux chlorophylles. De là, dé-

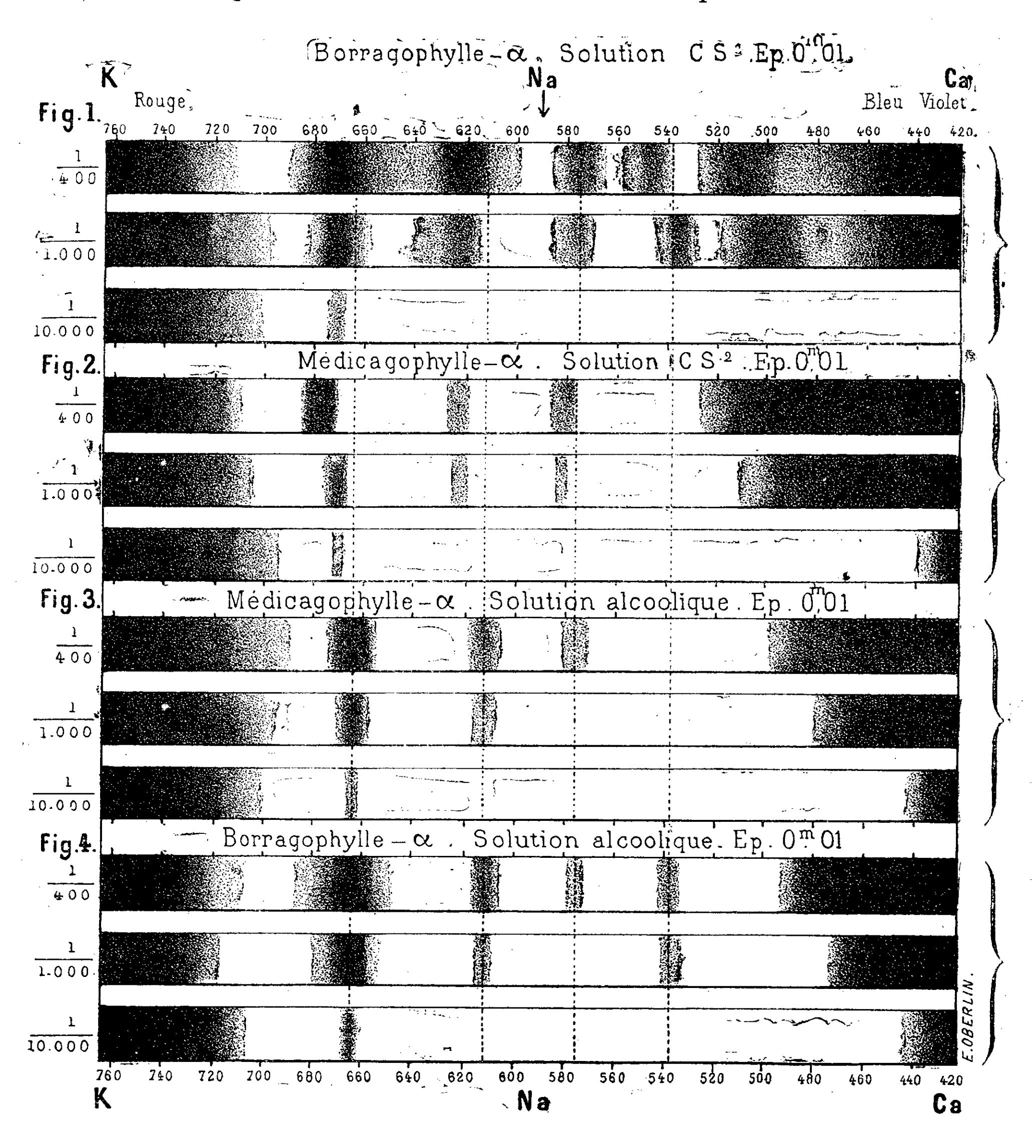
---

([1]) *Untersuchungen über das Chlorophyll;* 1884.

([2]) *Die Chemie des Chlorophylles.* L. Voss, Leipzig, p. 60.

coule la multiplicité des opinions émises et la difficulté de faire un choix parmi elles.

» Il m'a été possible de satisfaire aux conditions qui viennent d'être énu-



mérées pour deux chlorophylles dans deux dissolvants. Les observations dessinées sur papier quadrillé sont repérées en longueurs d'onde autant que des bandes estompées le permettent et rendent l'aspect, vu à l'oculaire du spectroscope.

» Pour ces bandes délicates, le spectrophotomètre, même entre les mains de personnes très expérimentées, ne m'a pas semblé donner de résultats satisfaisants. Cet instrument exige le jugement de l'œil et il vaut mieux l'exercer directement.

» La médicagophylle-α $C^{28}H^{45}AzO^4$ et la borragophylle-α $C^{34}H^{53}AzO^{12}$ présentent des bandes d'absorption, qui sont représentées par la figure ci-dessus à trois états de concentration : $\frac{1}{400}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{10000}$, dans deux dissolvants : l'alcool à 90° et le sulfure de carbone pur. Longueur de solution : $0^m,20$.

» 1. Toutes choses égales d'ailleurs, la variation de concentration rend méconnaissable une même chlorophylle. Cela est d'observation courante même sur les extraits chlorophylliens vulgaires. Il y a par excès de concentration empâtement du spectre. Mais, en outre, les bandes paraissent déplacées sans doute parce qu'on apprécie mal le centre d'une bande trop large ou pour d'autres raisons.

» Au $\frac{1}{10000}$, les spectres se réduisent à une bande par suite de la disparition des ombres les plus faibles. La bande principale de l'orangé reste alors seule.

» 2. *Longueur*. — Elle agit comme la concentration.

» 3. *Nature du dissolvant*. — On sait que le spectre chlorophyllien, comme celui d'autres matières fluorescentes, est reporté vers le rouge dans des dissolvants tels que le sulfure de carbone. Pour une chlorophylle pure, les bandes spécifiques sont fortement déplacées et très nettes; le spectre est véritablement transposé. Dans le sulfure de carbone, les spectres sont particulièrement nets; c'est dans ce liquide qu'il convient de les observer quand la solution est possible.

» Les solutions sulfocarboniques sont souvent d'un jaune brun qui ne rappelle en rien la couleur verte de la teinture alcoolique.

» 4. *Espèces chimiques*. — Les chlorophylles $C^{28}H^{45}AzO^4$ et $C^{34}H^{53}AzO^{12}$, provenant de deux plantes différentes, ont un spectre différent.

» La chlorophylle de luzerne entre l'ombre du rouge, comptée à partir de la raie de K, et l'ombre du violet, finissant dans la planche à la raie de Ca, possède trois bandes en solution alcoolique; la bourrache en a cinq. L'intensité et la netteté de l'absorption sont également visibles.

» Dans une de mes premières Notes sur la chlorophylle (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 289), je rappelais que le véritable pigment vert de certaines espèces végétales avait été isolé par M. A. Gautier. A propos de la caractéristique spectrale des chlorophylles, je pense que les résultats consignés

dans cette Note sont en complet accord avec les vues et les expériences de l'éminent chimiste sur les variations de composition des principes immédiats dans les espèces végétales. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fixation de l'azote atmosphérique par l'association des algues et des bactéries.* Note de M. **Raoul Bouilhac**, présentée par M. Dehérain.

« Depuis les recherches de MM. Berthelot, Hellriegel, Wilfarth et Winogradsky, on sait que l'azote de l'air peut être fixé par l'intervention des êtres inférieurs. Cette fixation permet d'expliquer l'enrichissement en azote des prairies naturelles, observé depuis longtemps par MM. Lawes et Gilbert à Rothamstedt, et par M. Dehérain à Grignon. MM. Schlœsing fils et Laurent ont reconnu en outre que des sols, sur lesquels s'étaient développées des algues peut-être mélangées de bactéries, fixaient l'azote de l'atmosphère. M. Kossovitch, en cultivant le Cystococcus sur des milieux divers, les a vus s'enrichir en azote grâce aux microbes qu'il y avait introduits. Mais les expériences de ce savant n'indiquent pas le rôle direct des bactéries sur le développement d'une algue telle que le Cystococcus. Quel est dans ce cas leur action, et dans quelle mesure favorisent-elles la végétation de la plante ?

» C'est ce que j'ai voulu essayer de préciser par des cultures expérimentales.

» A cet effet, j'ai commencé par isoler des algues à l'état pur. Ma semence primitive provenait d'un groupe d'algues dont les spores se trouvaient dans l'atmosphère et qui sont venues se développer dans une solution nutritive exposée librement à l'air. Par des ensemencements successifs, j'ai isolé trois algues : la *Schizothrix lardacea*, l'*Ulothrix flaccida* et le *Nostoc punctiforme*.

» *Cultures de la Schizothrix lardacea et de l'Ulothrix flaccida.* — Je dispose six matras dans lesquels je verse 1^{lit} d'une solution nutritive, dont la composition est la suivante :

Eau distillée	1^{lit}
Phosphate neutre de potasse	0^{gr}, 2
Sulfate de magnésie	0^{gr}, 2
Sulfate de potasse	0^{gr}, 2
Carbonate de chaux	0^{gr}, 1
Chlorure de fer	traces

» Ces six matras furent ensemencés au mois de mai 1896, avec la *Schizothrix lardacea*. Trois de ces matras furent choisis comme témoins ; dans les trois autres, je versais une goutte de délayure de terre.

» Six autres matras furent également disposés pour des cultures d'*Ulothrix flaccida*.

» Dans aucun de ces vases, qu'ils aient reçu ou non de la délayure de terre, une végétation quelconque ne put apparaître.

» CULTURES DE NOSTOC PUNCTIFORME. — *Expérience I.* — A la même époque, je disposai encore, et de la même manière, six matras qui furent ensemencés avec le *Nostoc punctiforme*. Au mois d'octobre dernier, l'aspect comparatif des cultures indiquait des résultats d'une netteté absolue. Les témoins ne présentaient aucune végétation ; mais, dans les trois autres vases, on voyait nageant à la surface de belles nappes vertes. Les récoltes obtenues ont été pesées à l'état sec, et l'azote qu'elles contenaient a été dosé par la méthode Kjeldahl. Le Tableau suivant résume les résultats de l'expérience ; on remarquera que, dans le matras n° 6, la délayure de terre a introduit un spore d'*Hyphéothrix*.

Numéros des matras.	Résultats de l'examen des Algues.	Récoltes.	Azote absorbé.	Azote contenu dans 100 de matières sèches.
N° 1 témoin......	Nostoc sans bactéries.	Néant	Néant	Néant
N° 2 »	»	»	»	»
N° 3 »	»	»	»	»
N° 4 »	Nostoc punctiforme et bactéries.	gr 0,705	mgr 23,4	3,3 %
N° 5 »	Nostoc punctiforme et bactéries.	0,564	20	3,5 %
N° 6 »	Nostoc punctiforme, filament d'*Hyphéothrix* et bactéries.	0,353	11,1	3,1 %

» *Expérience II.* — J'ai montré, depuis un certain temps, que certaines algues étaient capables de vivre en présence de l'acide arsénique. Il pouvait paraître intéressant de rechercher si les bactéries qui fixent l'azote sur les algues étaient encore susceptibles de se comporter comme elles en présence du même acide.

» A la solution nutritive précédemment employée, j'ajoutais par litre $0^{gr},1$ d'acide arsénique sous forme d'arséniate de potasse.

» Douze matras contenant un litre de cette solution furent ensemencés au mois de juin avec le Nostoc punctiforme.

» Quatre d'entre eux furent choisis comme témoins ; dans les huit autres j'ajoutai une goutte de délayure de terre et ces derniers seuls ont donné des récoltes. Elles ont été pesées et analysées et le Tableau suivant résume l'expérience :

Numéros des matras.	Nature des algues.	Poids des récoltes pesées à l'état sec.	Azote contenu dans la récolte.	Azote pour 100 de matières sèches.
N° 1...	Nostoc punctiforme pur.	Néant.	Néant.	Néant.
N° 2...	Id.	Id.	Id.	Id.
N° 3...	Id.	Id.	Id.	Id.
N° 4...	Id.	Id.	Id.	Id.
N° 5...	Nostoc et bactéries.	0gr,322	10mgr,5	3,2 pour 100
N° 6...	Id.	0gr,295	11mgr,8	4,0 pour 100
N° 7...	Id.	0gr,183	6mgr,5	3,5 pour 100
N° 8...	Id.	?	?	?
N° 9...	Id.	0gr,154	5mgr,8	3,7 pour 100
N° 10...	Nostoc mêlé d'*Hyphéothrix,* de *Pleurococcus* et de bactéries.	0gr,322	10mgr,7	3,3 pour 100
N° 11...	Nostoc mêlé d'*Ulothrix*, d'*Hyphéothrix* et de bactéries.	0gr,381	12mgr	3,6 pour 100
N° 12...	Nostoc mêlé d'*Hyphéothrix,* et de bactéries.	0gr,545	20mgr,6	3,7 pour 100

» La culture n° 8 n'a pas été pesée, et la plante obtenue a été réservée pour des expériences ultérieures; dans les cultures 10, 11 et 12 la délayure de terre a introduit des spores d'algues diverses.

» *Conclusions*. — 1° Ces expériences montrent que la *Schizothrix lardacea* et l'*Ulothrix flaccida* ne peuvent croître en solutions nutritives exemptes d'azote, même en présence des bactéries du sol. Au surplus, on conçoit aisément qu'en l'absence de toute matière organique ces bactéries soient incapables de se développer. Mais il en est tout autrement avec le *Nostoc punctiforme*. Dans ce cas, l'association de cette algue et des bactéries permet le développement simultané des deux espèces et la fixation de l'azote se produit alors avec la netteté qu'indiquent les chiffres cités plus haut.

» 2° Mes analyses démontrent, en outre, que la richesse en azote de cette plante est comparable à celle des Légumineuses.

» 3° Comme le *Nostoc,* les bactéries fixatrices d'azote peuvent vivre dans une solution contenant $\frac{1}{10000}$ d'acide arsénique. Je me fais un devoir, en terminant, de remercier M. Bornet, qui, avec une complaisance inépuisable, a bien voulu, à diverses reprises, examiner mes cultures et déterminer les espèces qui les composaient. »

CHIMIE MINÉRALE. — *La matière organique de l'eau minérale de Tulle-Haut, commune de Tilh (Haute-Garonne).* Note de M. F. **Garrigou**, présentée par M. Arm. Gautier.

« On s'est fort peu occupé, jusqu'à ce jour, de la séparation des diverses matières organiques que les eaux minérales tiennent en solution. Nous pensons être le seul qui ayons signalé (en dehors des acides acétique, butyrique, ulmique, etc.) des matières organiques, alcaloïdiques et acides déjà connus dans les sources médicinales.

» Nous tenons à faire connaître à l'Académie une série de réactions qui démontrent nettement l'existence d'une matière alcaloïdique dans une source nouvelle, la source du *Bas-du-Champ,* à Tilh (Haute-Garonne), en attendant que notre préparateur, M. Ch. Poisson, publie un travail détaillé sur cette eau.

» Nous avons évaporé trente litres d'eau de Tilh, de manière à les réduire à 100^{cc} environ, en employant notre méthode du vide, les appareils distillatoires étant constitués par un alambic en verre et un réfrigérant en platine. Après cette concentration, nous avons adopté le mode de traitement suivant :

» 1° Addition au concentré, de 10^{cc} d'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$, et digestion durant trois heures, à 50°;

» 2° Filtration sur de la mousse de verre, évaporation jusqu'à consistance un peu épaisse;

» 3° Agitation avec de l'ammoniaque liquide et chauffage pendant une heure à 40°;

» 4° Épuisement de ce mélange à la benzine, puis décantation et filtration de la benzine;

» 5° Évaporation de cette solution dans le vide, ou mieux à l'air à l'abri des poussières;

» 6° Nouveau lavage du liquide mère avec divers dissolvants : alcool amylique, chloroforme, éther, térébenthine, etc. et concentration des liqueurs à basse température.

» Voici les réactions obtenues avec ces extraits de l'eau de Tilh :

A. — *Traitement par la benzine (milieu alcalin).*

Iodure double de potassium et de mercure..	Précipité blanc jaunâtre.
Réactif de Frœhde........................	Rien.
Phosphomolybdate de sodium.............	Précipité jaune.

Iode en solution dans iodure de potassium..	Précipité rouge foncé, dichroïque.
Réactif d'Erdmann......................	Rien.
Acide iodique..........................	Louche blanc.
Réactif de Dragendorff..................	Précipité rouge.
Réactif de Nessler......................	Précipité orangé faible.

B. — *Traitement par l'alcool amylique (milieu alcalin).*

Iodure double de potassium et de mercure..	Précipité jaune verdâtre.
Réactif de Frœhde......................	Précip. blanchi soluble dans un excès.
Phosphomolybdate de soude..............	Précipité jaune.
Iode en solution dans l'iodure de potassium.	Précipité rouge foncé, dichroïque.
Réactif d'Erdmann......................	Précipité soluble dans excès.
Acide iodique..........................	Louche blanc soluble dans excès.
Réactif de Dragendorff..................	Précipité rouge.
Réactif de Nessler......................	Précipité couleur coing.

C. — *Traitement à la térébenthine.*

» On a eu de très légers précipités avec plusieurs des réactifs précédents.

Avec l'iode en solution dans l'iodure de potassium.	Précipité rouge, non dichroïque.
Avec l'iodure de bismuth......................	Précipité rouge.
Avec l'acide iodique, les réactifs Nessler et Erdmann.	Rien.

D. — *Traitement de la liqueur-mère épuisée par les dissolvants.*

» Cette liqueur, après avoir été évaporée à sec à une basse température dans le vide, a été reprise par de l'acide sulfurique dilué, et traitée par les divers réactifs des alcaloïdes déjà mentionnés.

» Voici les résultats obtenus sur les portions solubles dans la benzine :

Iodure de potassium et de mercure............	Précipité couleur coing.
Réactif de Frœdhe..........................	Léger trouble.
Iode en solution dans l'iodure de potassium....	Précipité brun rougeâtre foncé.
Tannin....................................	» »
Réactif d'Erdmann..........................	Léger trouble.
Acide iodique..............................	»
Iodure de bismuth..........................	Précipité brun rouge, dichroïque.
Réactif de Nessler..........................	Précipité rouge orange.
Phosphomolybdate de soude..................	Précipité vert.

» Telles sont les réactions qui démontrent, plus nettement que nous n'avions pu le faire dans aucune autre eau minérale, la présence d'un alcaloïde organique dans l'eau de Tulle-Haut.

» Nous ajouterons, pour terminer, que ces eaux sont fort riches en

métaux, et dénotent des relations profondes et intimes avec les terrains anciens, chose fort intéressante, vu leur situation au centre du bassin sous-pyrénéen. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la répartition de la lipase dans l'organisme.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 753) j'ai montré que le sérum du cobaye et du lapin renfermait un ferment hydratant des graisses, et j'ai décrit le procédé qui m'avait permis de le constater. J'ai depuis étendu ces recherches aux sérums de divers Mammifères, et cherché à établir la localisation de ce ferment dans les tissus et humeurs de l'organisme.

» Les sérums étudiés provenaient des espèces suivantes : homme en santé (sang artériel), chien, cheval, bœuf, veau, mouton, âne, cobaye et lapin. Tous ont présenté la réaction caractéristique de la lipase, mais avec des intensités variables. Il serait, je crois, prématuré de tirer une conclusion quelconque de ces variations; j'ai montré, en effet, que l'action du sérum varie pour un même animal avec les conditions d'alimentation et de travail; or la plupart des sérums que je viens de mentionner provenaient de l'abattoir et je n'ai pu avoir de renseignements suffisants sur les animaux qui les avaient fournis pour pouvoir les comparer entre eux. Mais ce qui ressort de cette recherche, c'est que la présence de la lipase dans le sérum est un phénomène général chez les Mammifères.

» Pour évaluer les quantités relatives de lipase des divers tissus de l'organisme, j'ai préparé des infusions de tissus présentant toutes la même concentration. J'y suis arrivé de la façon suivante : un animal était saigné à blanc; le sang était abandonné à la coagulation; on prélevait immédiatement les organes que l'on voulait étudier, on les pesait, on les triturait avec du sable et l'on délayait la pulpe dans le mortier même avec vingt fois son poids d'eau; puis, après un contact d'un quart d'heure, on filtrait sur le papier et l'on évaluait la richesse des liquides en lipase par le procédé décrit précédemment.

» Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

h m	Sérum 1cc.	Lymphe.	Pancréas.	Foie.	Muscle.	Capsules surrénales.	Testicule.	Corps thyroïde.	Rate.
0.25	11	0	10	3	0	1	0	0	1
2.25	33	1	32	10	1	3	1	2	3
2.55	43	2	42	13	1	4	1	2	3
4.25	60	4	59	18	2	6	2	3	3
5.5	80	5	82	24	3	9	3	5	5

» Il s'ensuit que, parmi les organes examinés, seuls le pancréas, le foie et le sérum se sont montrés actifs; les chiffres très faibles qui correspondent aux autres tissus sont vraisemblablement dus à la petite quantité de sang qui y était restée.

» Quelle est l'origine de la lipase dans l'organisme? On voit de suite que l'on ne peut attribuer sa production ni au testicule, ni au corps thyroïde, ni à la rate, ni aux capsules surrénales dont l'influence sur l'engraissement ou l'amaigrissement est cependant hors de doute. Je ne crois pas non plus que le pancréas soit le producteur de ce ferment : j'ai, en effet, effectué sur un chien l'ablation du pancréas, et j'ai constaté que le sang recueilli au bout de vingt-quatre heures m'a fourni un sérum un peu plus actif que celui d'un chien normal; je signalerai, toutefois, que l'ablation du pancréas n'avait pas été complète et que j'ai pu constater, à l'autopsie, qu'il en restait deux petits fragments.

» On peut aussi supposer que la lipase provient des globules sanguins; c'est ainsi qu'on a montré que le ferment fibrinogénique et le ferment glycolytique, que l'on trouve dans le sérum, ne se rencontrent pas dans le plasma. Pour résoudre cette question, j'ai recueilli, dans deux vases, du sang artériel de chien; l'un d'eux fut abandonné à la coagulation spontanée, et j'en ai examiné le sérum; l'autre fut additionné d'oxalate de potassium, puis centrifugé immédiatement; son plasma, séparé des globules, me fournit une activité comparable à celle du sérum obtenu précédemment. Ce ferment existe donc bien dans le plasma et ne sort pas des globules après la mort.

» Il résulte des faits qui précèdent que le ferment lipasique qui se rencontre dans le sang fait défaut dans la plupart de nos organes (sauf le pancréas et le foie, où il remplit une destination spéciale). Son rôle dans les actes de dénutrition est de solubiliser les réserves graisseuses et de les remettre en circulation dans le sang, où elles ne tarderont pas à être comburées. Il importe donc bien de distinguer l'*action lipasique du sang*, qui n'entraîne que la saponification des graisses, de l'*action lipolytique*, signalée récemment par Cohnstein et Michaelis, qui appartient seulement aux globules sanguins, et qui consiste en une oxydation complète des graisses en eau et acide carbonique. »

PHYSIOLOGIE. — *L'achromatomètre*. Note de M. **A.-M. Bloch**, présentée par M. Marey.

« Je désigne sous le nom d'*achromatomètre* un instrument destiné à mesurer la pression nécessaire pour décolorer, en la rendant exsangue, une région limitée du tégument. La pression est exercée par une lame de verre adaptée à une tige à ressort graduée en grammes; cette disposition permet de se servir de l'instrument dans une position quelconque et, par conséquent, sur toutes les régions des corps.

» En 1875, von Kries employait des lames de verre qu'il chargeait de poids, pour obtenir un résultat semblable. En 1880, Roy et Graham utilisaient la méthode de von Kries pour décolorer la membrane interdigitale de la patte de la grenouille; mais la nécessité de placer la plaque horizontalement rendait peu pratique ce procédé d'exploration, tandis que l'achromatomètre se prête à des examens variés et commodes.

» L'instrument se compose d'une tige métallique entrant dans un étui qui contient un ressort à boudin. La tige se termine par un étrier d'acier dont la base est formée par un disque de verre de 8^{mm} de diamètre. Pour s'en servir, on comprime directement les parties résistantes, comme le front, les ongles, la peau des membres, et l'on peut opérer en plein jour. Quand il s'agit de parties mobiles, le lobule de l'oreille, la peau du scrotum, il faut établir un point d'appui à la pression de l'instrument, en plaçant de l'autre côté de l'organe à étudier une plaque de verre que l'on tient à la main. On éclaire cet autre côté avec une bougie et, pour mieux faire, on se place dans la chambre noire.

» La pression nécessaire pour produire la décoloration mesure, jusqu'à un certain point, la tension des petits vaisseaux sous-jacents. Elle est également fonction de la résistance des tissus que l'instrument comprime, aussi le procédé ne peut-il pas donner la mesure absolue de la pression sanguine dans les capillaires. Mais le but est surtout d'obtenir la comparaison de résultats successifs pendant le cours de certaines maladies et comme, dans ces cas, les tissus demeurent sensiblement identiques, on peut attribuer aux pressions capillaires les différents résultats que donne l'achromatomètre. Les courbes que l'on peut établir prennent plus d'importance encore lorsqu'on les compare à celles que fournit l'examen de la tension du pouls et, à ce propos, je rappellerai le procédé d'exploration de l'artère

radiale dont je suis l'auteur et l'instrument que j'ai présenté à la Société de Biologie en 1888, sous le nom de *sphygmomètre*.

» C'est un instrument semblable à l'achromatomètre, mais plus puissant, permettant des pressions de 1000gr, alors que le premier ne va que jusqu'à 300gr. Au lieu du disque de verre, la tige du sphygmomètre se termine par un patin plat et c'est ce patin qu'on appuie sur l'ongle du doigt qui est appliqué sur l'artère.

» Tenant l'instrument d'une main, on presse sur le doigt de l'autre main, jusqu'à ce que l'artère cesse de battre et on lit sur la tige le nombre de grammes qu'il a fallu pour produire cet effet.

» Ici encore, on ne peut pas attribuer à la pression sanguine seule la résistance que l'artère offre à l'écrasement. Mais cette pression est le facteur principal du résultat et, lorsqu'on suit un malade, de jour en jour, on peut tracer la courbe des chiffres qu'il a fournis et considérer cette courbe comme représentant sensiblement les modifications de la pression sanguine artérielle.

» Je réserve pour une prochaine Note l'exposé des observations que j'ai prises dans mon service de l'Asile de Vincennes, en appliquant à certains malades, et concurremment, les deux examens.

» J'ajoute que j'ai fait construire un second instrument plus délicat, dont je me suis servi pour décolorer les vaisseaux de l'oreille du lapin. Le procédé pourra, je l'espère, être employé en Physiologie. »

ZOOLOGIE. — *Sur le parasitisme des* Monstrillidæ.
Note de M. **A. Giard**.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 29 avril 1895), j'ai signalé les faits qui me portaient à considérer les Copépodes de la famille des *Monstrillidæ* comme des parasites au moins temporaires des Annélides du genre *Polydora*. Vainement, pour compléter la démonstration de cette particularité éthologique, j'ai examiné à Wimereux des centaines de *Polydora ciliata* Johnston et de très nombreuses *P. cœca* Œrsted. Aucun d'entre eux ne présentait de parasites. M. F. Mesnil, qui a bien voulu sur ma demande examiner aussi une grande quantité de Polydores recueillis à Omonville-la-Petite (Manche), n'a pas été plus heureux, tant que ses recherches ont porté sur les deux espèces déjà citées et en outre sur bon nombre de *P. flava* Clpd., et sur deux autres Polydores un peu moins répandus. Mais une sixième espèce (*P. Giardi* Mesn.), vivant avec les précédentes dans les thalles calcaires des *Lithothamnion*, lui a fourni, dans la seconde quinzaine de juillet, douze exemplaires parasités. Le *P. Giardi* est précisément l'Anné-

lide qui nous avait mis sur la voie de la découverte du parasitisme des *Monstrillidæ*. Il est important de noter que le moment le plus favorable pour étudier ce curieux parasitisme paraît être la saison chaude ; car, à partir du mois d'août, malgré des recherches attentives, on ne trouve plus de Polydores infestés.

» Le matériel recueilli et parfaitement préparé par M. F. Mesnil m'a permis de compléter, dans une assez large mesure, mes premières observations.

» Le parasite de *P. Giardi* est un *Thaumaleus* que j'identifie provisoirement au *Th. germanicus* Timm, d'Helgoland. Tous les exemplaires rencontrés cette année sont des femelles généralement presque adultes et sur le point de quitter leur hôte. Chez toutes, le thorax est rempli d'œufs d'une belle couleur verte et l'appareil ovigère est déjà développé. Les mâles ont sans doute une évolution plus précoce, comme cela a lieu chez beaucoup de Crustacés.

» A première vue, le *Thaumaleus* parasite semble plongé librement dans la cavité générale de l'Annélide. On croirait avoir sous les yeux un cas de paratisme interne. Une étude plus approfondie prouve qu'en réalité le Copépode se comporte comme les Entonisciens et comme un grand nombre de larves de Tachinaires. Il est entouré d'une membrane appartenant à l'hôte et qu'il a refoulée en grandissant comme une sorte d'amnios. Cette membrane demeure en communication avec l'extérieur par l'ouverture d'entrée du parasite. Je pense, sans pouvoir l'affirmer, que dans le cas actuel la porte d'entrée est l'orifice externe d'un organe segmentaire et que le Copépode a déterminé une invagination de la paroi de la néphridie, comme certaines larves de Tachinaires ayant pénétré par les stigmates de leur hôte produisent une invagination de la paroi du tronc trachéen. La membrane est intimement appliquée contre le corps du Crustacé, dont elle suit tous les contours. Même les deux branches de l'appareil qui doit porter les œufs, repliées sur elles-mêmes en zigzag, sont revêtues chacune séparément d'un diverticule de l'amnios : mais les deux antennes sont réunies dans un capuchon unique, terminé par un cône effilé.

» Le *Thaumaleus* est généralement orienté comme le Polydore, la tête dirigée vers la tête de son hôte, le dos tourné vers l'extérieur et la face ventrale regardant le tube digestif de l'Annélide. La plupart des exemplaires sont logés dans la région qui suit le pharynx. Dans quatre cas, les yeux du *Thaumaleus* étaient à la hauteur du vingt-septième segment sétigère. Chez un *Polydore* de 75 anneaux, le parasite occupait les segments 27-45. Une

seule fois, le Crustacé remontait jusqu'au dix-septième sétigère. Une seule fois également, le *Thaumaleus* était dirigé la tête vers la partie postérieure de l'Annélide; mais, dans ce cas, le parasite était de petite taille et immature.

» Le rostre et ses dépendances sont les seules parties de l'organisme du *Thaumaleus* qui soient en contact direct avec l'hôte. Tous les exemplaires que nous avons vus étaient déjà complètement dépourvus de tube digestif. Mais au point buccal sont insérés deux longs appendices filiformes, acuminés, d'une structure homogène. Ces appendices ont une longueur égale à celle du thorax, c'est-à-dire qu'ils mesurent à peu près la moitié de la longueur totale du Copépode. Ils sont plongés dans la cavité générale de l'hôte et généralement dirigés vers le haut, au-dessus de la tête du parasite. Une seule fois ils étaient réfléchis le long de la partie ventrale du thorax. Il me semble qu'on peut les comparer aux prolongements beaucoup plus irréguliers que les *Herpyllobius* envoient dans l'intérieur de leur hôte et leur attribuer le rôle d'appareils absorbants servant à la nutrition du parasite. Ils ne sont pas recouverts par l'amnios. Ils se détachent avec la plus grande facilité et l'on ne les retrouve plus sur le Copépode devenu libre.

» La cuticule du *Thaumaleus* présente, sur la partie antérieure du corps, un grand nombre de papilles très petites et assez régulièrement espacées, qui doivent permettre au Crustacé de se mouvoir plus facilement dans la membrane amniotique. Ces papilles sont comparables aux squames de la cuticule des Entonisciens; les ornementations signalées par Giessbrecht, chez le *Th. reticulatus*, me paraissent d'autre nature.

» La grandeur des individus observés était variable. Chez des spécimens mesurant $3^{mm},5$, $2^{mm},1$, $1^{mm},3$, la longueur des appendices absorbants était respectivement de $1^{mm},8$, 1^{mm} et $0^{mm},7$.

» La sortie du parasite s'observe facilement chez les Polydores infestés, maintenus en captivité. Elle s'opère par la rupture des téguments de l'Annélide et de la membrane amniotique. Le milieu du corps est la région qui émerge d'abord. L'extrémité antérieure se dégage ensuite, puis enfin l'extrémité postérieure. Souvent le *Thaumaleus* garde une partie plus ou moins grande des débris de sa membrane d'enveloppe, ce qui peut donner l'illusion d'une mue. Il paraît d'ailleurs probable qu'une véritable mue se produit réellement peu après la mise en liberté.

» En résumé, les *Monstrillidæ* nous offrent le premier exemple connu de Crustacés parasites, se comportant, dans leurs rapports avec leur hôte et au point de vue du moment où ils deviennent libres, à peu près comme les Insectes Diptères du groupe des Tachinaires.

» Les *Thaumaleus* sortent de leur hôte uniquement pour la ponte et la dissémination des embryons, qui doivent s'accomplir pendant la période assez courte de vie pélagique. Il reste à étudier l'organisation des jeunes récemment éclos et les premières transformations consécutives à l'établissement de la vie parasitaire.

» Il reste aussi à découvrir les hôtes qui hébergent les diverses espèces de *Monstrillidæ* rencontrées dans les pêches de surface. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur la morphologie du* Trichomonas intestinalis. Note de M. J. **Kunstler**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Malgré ses multiples variations de forme et la fréquente production de pseudopodes de toutes dimensions, la configuration du corps du *Trichomonas intestinalis* peut être ramenée à un type piriforme, avec une grosse extrémité arrondie et une autre pointue. Cette dernière est courte ou longue; elle est souvent cylindrique et marquée de striations transversales, ou bien tordue en spirale.

» La grosse extrémité porte les *flagellums* soit au pôle, ou, plus souvent, en arrière sur la face dorsale.

» Pour le *Trichomonas vaginalis* (*Comptes rendus*, 1er octobre 1879), j'ai décrit autrefois (observation corroborée par divers auteurs), près de la base de ces filaments, une *bouche* donnant entrée dans une sorte de tube œsophagien analogue à ce qu'on voit chez divers Protozoaires.

» Dans un Mémoire ultérieur, traitant de la morphologie des Flagellés libres et paru en 1889, je suis arrivé à cette conclusion que, en général, les dépressions observées à la base des *flagellums* n'étaient pas des orifices buccaux, mais constituaient des sortes d'*infundibulums* particuliers, au fond desquels s'insèrent les filaments qui se prolongent même à travers leur paroi, souvent assez loin, sous forme de fines lignes sombres, d'aspect quelquefois pointillé.

» Le *Trichomonas intestinalis* ne fait pas exception à cette règle; sa prétendue bouche n'est autre chose qu'une cupule flagellifère analogue à ce que j'ai nommé autrefois *cavité prostomienne*. Cette excavation, plus ou moins profonde, présente un bord libre régulièrement ornementé et d'aspect solide, tandis que le fond paraît souple.

» Avant mes premières recherches sur le *Trichomonas vaginalis*, les auteurs attribuaient à ces êtres un, deux et quelquefois même trois flagellures. J'ai été le premier à affirmer l'existence de quatre de ces prolongements, observation qui a été vérifiée par divers auteurs, tels que Henneguy, Marchand et Dock.

» Chez la Trichomonade intestinale, il n'en est aucunement ainsi. Elle en présente un nombre bien plus considérable, de sorte qu'il devient probable que les premières observations sont erronées et qu'il en est de même chez les espèces ou variétés voisines. J'en ai, en effet, vu quatre, huit, dix et jusqu'à une quinzaine; les filaments, dans la règle, sont sans doute fort nombreux, bien que leur présence réelle soit des plus difficiles à constater.

» Cette abondante touffe de filaments paraît souvent constituée de deux faisceaux latéraux, entre la base desquels s'élève une petite proéminence, et c'est de chaque côté de celle-ci que se trouve leur insertion. Il se peut que cette disposition soit normale; mais peut-être aussi est-elle l'expression d'une évagination, poussée plus ou moins loin, de la partie inférieure membraneuse de la cupule flagellifère. En faveur de cette interprétation, on peut invoquer le fait que, dans une foule de cas, les flagellums font saillie en dehors de la cupule, non pas en deux faisceaux, mais d'une façon régulièrement radiaire.

» Il en sort aussi un prolongement plus fort que tous les autres. Celui-ci n'est autre chose que le rebord libre et épaissi d'une membrane ondulante qui parcourt le corps dans toute sa longueur et qui est rattachée à la pointe terminale par une sorte de ligament courbé en forme de faucille. A partir de ce point, le bord épaissi se continue en un long flagellum libre, dont le diamètre devient brusquement moins considérable. Dans tout son parcours, la membrane est insérée sur une côte longitudinale, s'étendant depuis le bord droit de la cupule flagellifère à la pointe terminale du corps, pointe qu'elle contribue, du reste, essentiellement à former, soit qu'elle s'y dirige en ligne droite ou plus souvent en spirale.

» Le corps du *Trichomonas* présente encore une autre pointe, située en des régions fort variables, faisant une saillie plus ou moins forte et qui est plus fine, plus nette, plus régulière et mieux délimitée que le bout effilé du corps.

» Par sa conformation apparente, elle peut être comparée à un crayon taillé dont la substance serait claire et hyaline. Près du bout conique, elle semble nue ou à peine revêtue par la cuticule. Mais, dans les points plus proximaux, elle présente une sorte de manchon de protoplasma granuleux, substance ordinaire du corps d'une abondance variable. On peut arriver à suivre par la vue cette ligne claire au sein de la masse granuleuse du corps, dans lequel elle s'enfonce perpendiculairement, à une profondeur variable, soit qu'elle paraisse courte, moyenne ou fort longue. Dans ce dernier cas, qu'elle soit droite ou courbe, il m'a paru quelquefois qu'elle se prolongeait jusque dans la région de la cupule frontale. Dans quelques cas, on l'observe bien au sein d'un pseudopode, quelles que soient ses dimensions et auquel elle constitue une sorte d'axe.

» Le corps de cet être contient généralement une quantité variable de corpuscules ingérés, parmi lesquels je me bornerai à citer des grains d'amidon qui peuvent être quelquefois presque aussi gros que l'organisme lui-même. Si mes déductions théori-

ques, rappelées plus haut, sur la cupule flagellifère étaient justes, il devait exister un véritable appareil buccal pour livrer passage à ces corps alimentaires.

» Ici encore, mes vues morphologiques ont été rigoureusement contrôlées par les faits.

» Au gros pôle du corps, et séparé de la cupule frontale par une mince cloison, se trouve le commencement d'une échancrure, longue et assez profonde, rappelant quelque peu la formation analogue des Cryptomonadines.

» Cette échancrure débute par une partie élargie, puis se rétrécit et se contourne en S pour aller aboutir, généralement un peu au delà du tiers antérieur du corps, à une dépression d'aspect spiralé, d'où part un tube œsophagien qui s'enfonce à peu près perpendiculairement dans le corps jusqu'à la région dorsale, bulleuse, et qui se trouve creusé, dans toute sa longueur, dans un gros amas de protoplasma sombre, compact et dépourvu de vacuoles nutritives. Ce tube œsophagien se termine par un petit renflement vésiculaire qui a tout l'aspect des vacuoles nutritives avoisinantes. Les rebords de l'échancrure buccale affectent la disposition de lèvres minces, saillantes et hyalines, portant du côté droit une dent plus ou moins grande, de forme très variable et peut-être capable de mouvements.

» Le fond de l'échancrure paraît assez inégal; on y voit, notamment, une sorte de ligne sombre rappelant une membrane ondulante, très difficilement colorable, s'étendant du pôle antérieur à l'orifice buccal et qui peut être basse ou bien assez développée pour faire saillie au dehors. Elle paraît alors présenter même des prolongements d'une excessive finesse.

» Dans certains cas, il est aussi possible d'observer un tractus particulier, situé à l'intérieur du corps, à côté du noyau, partant du fond de la cavité flagellifère, contournant un peu le noyau à gauche et en arrière et aboutissant enfin à une sorte de formation vésiculaire. Je n'ai pas encore pu décider si c'était là une vésicule contractile avec son conduit évacuateur, tout en remarquant que cette disposition marque bien la connexion que j'ai montrée être celle de ces petits organes.

» La substance du corps présente une structure alvéolaire générale, particulièrement remarquable dans les téguments et surtout dans la côte spirale, dont l'aspect scalariforme est d'une régularité incomparable.

» Les téguments sont formés par une fine entaille sous laquelle se trouve une couche corticale claire, d'un aspect comparable à ce qui se voit chez les Bactéries. Vus de face, on y remarque un aspect fibreux strié, dû à une alternance de lignes sombres et claires analogues à ce que j'ai déjà vu chez une foule d'êtres inférieurs. La masse du protoplasma interne est plus sombre, plus colorée, rappelant ainsi le *corps central* des Bactériens; le protoplasma laisse voir des régions diverses. Outre la masse dense de la région buccale, il existe, tout le long de la partie dorsale et postérieure du corps, du protoplasma à grosses vacuoles nutritives. La ligne claire signalée plus haut paraît aussi avoir une écorce structurée; les flagellums montrent aussi quelquefois leur constitution alvéolaire et la membrane ondulente présente une modification d'un état analogue. Enfin, le noyau est formé d'une masse centrale sombre et hétérogène, entourée

d'une bordure plus claire, alvéolaire, à structure rayonnée; son réseau est plus fin que celui du corps.

ÉCONOMIE RURALE. — *Ravages causés en Algérie par les chenilles de* Sesamia nonagrioides *Lefèvre, au maïs, à la canne à sucre, aux sorghos, etc. — Observations biologiques. — Moyens de destruction.* Note de M. **J. Kunckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« En Algérie, les colons et les indigènes se sont attachés, depuis ces dernières années, à développer considérablement la culture du maïs; alors que la Statistique accuse pour la campagne 1884-1885 une superficie ensemencée de 9 860^{ha} et un rendement de 59013^{qx} celle-ci révèle que pendant la campagne 1894-1895 on a emblavé 16 268^{ha} et récolté 130014^{qx}; ces chiffres expriment nettement l'augmentation progressive de la production en l'espace de dix ans.

» Il semblerait, à l'heure actuelle, que cette culture est menacée de subir un temps d'arrêt. Si l'on en recherche les motifs, les colons, interrogés, répondent qu'un *ver* se loge dans les tiges, arrête la végétation et surtout la fructification. L'attention appelée, il nous a été facile de constater que le mal était réel; nous nous sommes alors attaché à étudier le destructeur du maïs, et nous croyons pouvoir donner le moyen, non pas de conjurer absolument le mal, mais tout au moins d'en arrêter l'extension.

» Les premiers maïs examinés provenaient d'Hussein-Dey, près d'Alger; l'étude sur place me démontra que dans la propriété Sainte-Foix 6 hectares de maïs étaient absolument perdus; une enquête, poursuivie méthodiquement, fit connaître que dans les régions de Tipaza, de Marengo, de Boufarik, de Guyotville les plantations de maïs étaient ravagées; des renseignements recueillis, il résulte même que, dans quelques localités (région de Marengo, département d'Alger, par exemple), des cultivateurs ont été forcés de renoncer à la culture du maïs, tout au moins pour en récolter les épis.

» Nous avons constaté que le *ver* ravageur du maïs n'est autre que la chenille d'un Papillon bien connu des naturalistes, le *Sesamia nonagrioides* Lefèvre [1], qui appartient à ce groupe des Noctuelles, les Nonagries, dont

---

(1) Cette espèce n'a pas été mentionnée par les auteurs anciens; elle a été décrite pour la première fois en 1827 par Alexandre Lefèvre (*Annales de la Société linnéenne de Paris*, 1827, p. 98, *pl. V*), la seconde fois en 1839 par Rambur; nous serions porté à croire qu'elle a été importée des régions chaudes, peut-être même de celles où l'on cultive la canne à sucre, puisqu'elle s'attaque à cette graminée ainsi que nous l'indiquons.

les larves vivent dans les tiges de diverses plantes (Cypéracées, Joncées, Typhacées, Graminées). Les mœurs des *Sesamia* ont été observées pour la première fois par Rambur; s'il a signalé, en 1836, la manière de vivre des chenilles de cette Noctuelle ([1]), il a laissé nombre de points de biologie à éclaircir et ne s'est pas préoccupé de la question d'Agronomie économique que soulève les déprédations commises. Nous avons rencontré ces chenilles par centaines dans les maïs; non content de vivre de la moelle des tiges et de s'attaquer à l'épi floral mâle comme l'admet Rambur, elles s'en prennent, non pas rarement, comme il le suppose, mais presque toujours, à l'épi femelle : lorsqu'il est jeune, si elles ne le détruisent pas entièrement, elles déterminent son avortement; plus développé, elles dévorent les grains en formation; quand ils sont à maturité, elles rongent les grains tout formés. On peut s'expliquer l'importance des dégâts commis par ce fait que plusieurs chenilles vivent côte à côte dans chacune des portions de tiges séparées par les nœuds et que plusieurs d'entre elles s'associent pour attaquer les épis. Les figures que nous présentons à l'appui de cette Note fournissent la preuve de l'exactitude de nos observations.

» C'est à la fin de septembre et au commencement d'octobre que nous avons trouvé ces chenilles ayant acquis toute leur taille : les unes ont achevé leur évolution et se sont transformées en chrysalides dans l'intérieur même des tiges, ou entre les enveloppes des épis; les autres se sont préparées à hiverner. Les Papillons sont sortis des chrysalides dans le courant d'octobre, une quinzaine de jours après la métamorphose; ils se sont accouplés immédiatement et ont pondu de suite. Les chenilles, qui ne se transformeront qu'au printemps, seront la souche d'une seconde génération. Au printemps suivant les descendances s'enchevêtreront puisqu'il y aura coexistence de chenilles de l'année précédente et de chenilles venant de naître; la présence, à la même époque, de chenilles à tous les âges et la rapidité du développement indiquent que plusieurs générations doivent se succéder, qu'il y a tout au moins, suivant les conditions climatériques, une génération printanière et une génération automnale. Dans ces conditions, on voit combien peuvent être grands les dégâts que commettent les *Sesamia*.

» La multiplication de ces Noctuelles est d'autant plus facile qu'elles ne s'attaquent pas seulement au maïs, mais à d'autres grandes Graminées utiles; c'est ainsi qu'en Algérie elles s'attaquent aux cannes à sucre.

([1]) Dans Duponchel, *Histoire naturelle des Lépidoptères, Nocturnes*, supplément au tome IV et suivant, 1836, p. 472.

» Les premiers dégâts commis par ces insectes, alors indéterminés, ont été constatés, en 1875, par M. Ch. Rivière, au Jardin d'essai du Hamma, près d'Alger, et, à la même époque, dans les cultures entreprises dans la plaine de l'Habra (département d'Oran); nous avons observé nous-mêmes avec M. de Sainte-Foix, dans sa propriété d'Hussein-Dey (près d'Alger), que toutes les cannes à sucre (variété jaune, rubannée violette et petite de l'Inde) étaient taraudées par ces sortes de *borer:* les tiges de l'année précédente étaient mortes, arrêtées dans leur développement et portaient les traces de désorganisation profonde; les drageons de l'année étaient eux-mêmes attaqués. Les atteintes ont été progressives et aujourd'hui les plantations de cannes à sucre sont en plein dépérissement, si elles ne sont pas anéanties.

» Les Sésamies se développent encore dans les *Saccharum œgyptiacum,* mais là, dans les tiges grêles, nous n'avons trouvé qu'une seule chenille qui alors perce les cloisons nodales. Chose plus grave, elles s'attaquent encore aux sorghos, notamment à ceux que les indigènes cultivent sous le nom de *bechena* et de *dra,* dont les cultures sont d'une importance primordiale, leurs graines entrant pour une large part dans l'alimentation des populations kabyles; la Statistique accuse, pour la campagne agricole de 1894-1895, que les ensemencements ont été faits sur 34040^{ha} et que la récolte en grains a atteint 206803^{qx}. La présence de la chenille de *Sesamia nonagrioides* dans les tiges du sorgho sucré a été reconnue par le professeur Eversmann, de Kasan, aux environs d'Alger pendant l'hiver 1857-1858; les deux tiers de la récolte étaient perdus. D'après l'enquête à la quelle nous nous sommes livrés, dans beaucoup de localités de l'Algérie les cultures de sorgho seraient parfois assez fortement atteintes.

» Les *Sesamia* n'ont pas de prédilection pour telle ou telle Graminée, car nous avons, à Hussein-Dey (propriété Sainte-Foix), extrait des chenilles de jeunes tiges de *Bambusa arundinacea* Retz.; sur d'autres points à Fort-de-l'Eau (propriété Buisson), ce bambou a été attaqué de la même façon. Jusqu'ici, dans nos nombreuses éducations, nous n'avons rencontré aucun parasite pouvant jouer un rôle important dans la destruction des chenilles de *Sesamia nonagrioides.*

» Les constatations biologiques que nous avons faites nous permettent de recommander certaines mesures qui nous paraissent propres à arrêter la multiplication des Sésamies. Les chenilles se logeant dans les tiges et la génération automnale y passant la mauvaise saison, on voit combien il importe de faire disparaître avant l'hiver les chaumes des maïs, aussi bien que celles des sorghos, combien il est nécessaire de même de sacrifier en pleine végétation les plantes par trop contaminées. Dans certains cas, pour ne pas perdre entièrement les maïs avariés, aux épis en partie dévorés, on pourra les donner aux porcs; mais il est préférable de procéder à l'inciné-

ration des tiges de maïs et surtout de celles des bechena laissés sur pied après la récolte des panicules, suivant la coutume indigène. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'étang de Berre et les étangs de la côte de Provence situés dans son voisinage.* Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Fouqué.

« La partie de la côte de Provence voisine du golfe de Fos renferme un certain nombre d'étangs tout à fait curieux et très peu connus. Ce sont d'abord les étangs de l'Estomac, de l'Engrenier, de Lavalduc et de l'Olivier, qui sont en quelque sorte des satellites du grand étang de Berre, et auxquels il faut joindre l'étang desséché du Pourra et les salines de Citis et de Rassuen; puis, un peu plus au nord, dans la plaine de la Crau, deux étangs assez vastes, ceux d'Entressens et de Dézeaumes, près de la ligne du chemin de fer d'Arles à Miramas.

» La genèse de ces divers étangs n'a jamais été expliquée d'une façon bien précise. Ainsi, un savant écrivain ([1]) a cru voir, dans la plupart de ceux du premier groupe, les restes d'une petite mer intérieure semblable à l'étang de Berre et qui aurait communiqué avec la Méditerranée; mais cette hypothèse ne rend pas compte de la formation des cavités où ils sont logés; de plus, l'un d'eux, celui du Pourra, étant séparé de la mer par un seuil dont l'altitude est d'environ 35^m, il faudrait supposer que la côte de Provence a été émergée au moins de cette quantité; or nous n'avons aucune preuve d'un pareil mouvement.

» En réalité, tous ces étangs peuvent se rapporter à trois types bien différents :

» 1° L'étang de l'Estomac est une simple lagune, séparée de la mer par un cordon littoral et dont la profondeur ne paraît pas dépasser 3^m.

» 2° Les dépressions de Lavalduc, d'Engrenier, de Citis, de Rassuen, du Pourra et de l'Olivier sont, comme j'ai pu le vérifier, des bassins rocheux fermés ([2]) analogues à l'étang de Berre, mais d'une étendue beaucoup plus restreinte. Sous leur régime naturel elles ne recevaient que l'eau de la pluie et celle de ruisseaux sans importance, et elles étaient à peu près à sec, comme l'est encore celle du Pourra; mais les quatre premières ont été

([1]) Ch. Lenthéric, *La Grèce et l'Orient en Provence*, p. 320.

([2]) Voir la feuille *Arles* de la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$.

remplies d'eau de mer artificiellement et sont exploitées comme salines, et la dernière, mise, par un canal artificiel, en communication avec l'étang de Berre, a été transformée en un véritable lac d'une dizaine de mètres de profondeur. Ajoutons que le fond de plusieurs de ces dépressions se trouve au-dessous du niveau de la mer, ce qui les a fait comparer à des mers mortes en miniature; ainsi la cote du fond du Pourra est de $-6^{m},50$ approximativement, celle du fond de l'étang de l'Olivier de -10^{m}, celle du fond de l'Engrenier de $-11^{m},70$ et celle du fond de Lavalduc de $-14^{m},70$. L'étang de Berre constitue, lui aussi, un bassin rocheux fermé, dont le fond est à la cote $-10^{m},50$.

» Toutes ces dépressions se trouvent dans l'alignement d'anciennes vallées. Ainsi, Lavalduc et Engrenier ne forment en réalité qu'un seul bassin coupé en deux par une digue artificielle et séparé de la mer par un ressaut dont l'altitude est de $5^{m},50$. Rassuen, Citis et Pourra sont les compartiments d'une même vallée qui se poursuit jusqu'à l'étang de Caronte. L'étang de l'Olivier fait partie d'une vallée qui débouche dans celui de Berre. Il semble donc que nous ayons affaire à des bassins fermés tout à fait analogues à ceux qu'on rencontre dans le Jura, dans le Karst et dans certaines régions de la Provence qui ne sont pas très éloignées de l'étang de Berre (plan de Cuges près d'Aubagne, ancien étang de Pujaut près d'Avignon); ces bassins fermés sont, comme on sait, le résultat soit de dissolutions souterraines provoquant des effondrements, soit de la disparition d'un cours d'eau dans une fissure de la roche, qui a pour conséquence l'abandon de la partie de la vallée située en aval et la formation d'un ressaut.

» Il semble, d'ailleurs, que ces cavités dont, nous l'avons vu, plusieurs ont leur fond en contrebas de la surface de la Méditerranée, aient été amenées dans leur position actuelle par une submersion de la région, que l'examen de la côte provençale rend très vraisemblable. Si, en effet, la présence de l'appareil littoral si développé qui s'étend depuis le golfe de Fos jusqu'au cap Béar montre que, depuis un certain temps, le niveau de la mer n'a pas sensiblement varié, il n'en a pas été ainsi à une époque plus ancienne, et l'on ne peut guère expliquer que par un phénomène de submersion la forme de la côte rocheuse qui s'étend à l'est de l'étang de Berre, avec ses caps bordant des golfes profonds (golfes de Saint-Tropez, de Villefranche) et surtout ses nombreuses îles dont plusieurs (île du Planier, îles d'Hyères) sont séparées du rivage par des passes où la sonde accuse plus de 60^{m} de profondeur. Cette submersion a incorporé l'étang

de Berre au domaine maritime, mais elle n'a pas été suffisante pour produire ce résultat sur les autres bassins, dont le seuil était plus élevé.

» 3° Les étangs d'Entressens et de Dézeaumes, dont la surface est d'environ 90 hectares, sont dans des dépressions situées au milieu du cône de déjection pliocène qui constitue la Crau, la première à 36^m, la seconde à 17^m au-dessus de la Méditerranée (d'après la carte d'État-Major). J'ai trouvé, pour la première, une profondeur de 6^m et M. Gervais, Ingénieur de la Compagnie des Salins du Midi, a mesuré 4^m dans le second. Leur origine paraît due à des effondrements produits par des sources; car on ne connaît à ces étangs aucun affluent aérien naturel. Ils n'ont pas non plus d'émissaire visible, et la forte teneur en matières dissoutes de l'étang d'Entressens (3^{gr},368 par litre, ce qui en fait presque un lac salé) fait supposer qu'ils n'ont actuellement aucun écoulement sensible et que leur eau se concentre par l'évaporation ([1]). »

HYDROLOGIE. — *Sur les scialets et l'hydrologie souterraine du Vercors (Drôme).* Note de MM. **E.-A. Martel** et **A. Delebecque**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les formations de calcaire crétacé du Vercors possèdent, comme les Causses, le Karst, etc., des rivières souterraines et des puits naturels nommés *scialets*, qu'on n'a jamais explorés.

» Du 12 au 15 juillet 1896, nous avons étudié, dans la forêt de Lente (850^m à 1700^m), avec le précieux concours de l'Administration forestière, le curieux système hydrologique du ruisseau *Brudoux-Cholet*, presque entièrement souterrain. Le plateau de Lente, au centre du Vercors, est une table de calcaire urgonien, pareil à celui de Vaucluse. Il est entaillé profondément au sud, au pied du signal de l'Infernay (1703^m) et de la porte d'Urle (1523^m) par la vallée de la Suze; au nord, au pied du col de Marine (1000^m), par celle du Cholet. Les deux pittoresques cols, distants de 10^{km}, montrent nettement la superposition de l'urgonien au néocomien. Le pendage des couches vers le Nord dirige toutes les eaux sur le Cholet.

([1]) Je tiens à adresser mes plus vifs remercîments à M. Aucoc, Membre de l'Institut et Président de la Compagnie des Salins du Midi, ainsi qu'à M. Gervais, Ingénieur de cette Compagnie, pour l'obligeance avec laquelle ils m'ont facilité l'exploration de ces étangs.

» Dans le voisinage même de la porte d'Urle, les pâturages de *Fond d'Urle* sont parsemés d'une foule d'entonnoirs naturels. Les uns, de quelques mètres de diamètre et de creux, sont parfois très rapprochés et comme disposés en chapelets; les autres, crevasses étroites et de profondeur inconnue, rappellent les *avens* des Causses; d'autres encore, beaucoup plus larges que profonds, semblent des amorces de thalwegs inachevés, barrés par des seuils à leur extrémité d'aval, comme les *Kesselthäler* (vallées-chaudrons) du Karst. Sans rechercher les origines, bien difficiles à préciser et sans doute multiples, de ces dépressions d'aspect divers, on peut au moins énoncer assez sûrement : 1° qu'elles dénotent un modelage géologique incomplet (ou arrêté dans son développement) de la surface du sol par l'eau et les autres agents atmosphériques; 2° qu'elles servent actuellement de points d'absorption aux pluies et à la fonte des neiges.

» La fissuration du calcaire crétacé a favorisé singulièrement la création de ces pertes, si même elle n'en a pas été la cause première. La *glacière naturelle de Fondurle* est un de ces points d'absorption; véritable aven de 45^m de profondeur, elle conserve la glace en été pour le même motif sans doute que le Creux-Percé de Dijon (voir *Comptes rendus*, 23 mai 1892), à cause du rétrécissement de sa partie centrale, qui empêche l'air chaud et léger de l'été d'y remplacer l'air froid et lourd de l'hiver (température le 13 juillet 1896, $+1^\circ,5$).

» Un peu plus bas, à la ferme de Fondurle, un bassin fermé mesure 300^m à 500^m de diamètre. Sur son flanc sud-ouest une petite source (température $5^\circ,5$, altitude 1475^m) sourd au recoupement de quelque lit argileux; elle forme un ruisselet qui parcourt le bassin, le remplit sans doute partiellement après les grandes pluies, et se perd dans une fente impénétrable (altitude 1460^m) à l'extrémité nord-est.

» Les innombrables points d'absorption analogues, nommés en Vercors des *pots* (*Sauglöcher*, ou suçoirs, des Autrichiens), et situés à 1350-1500^m d'altitude, entre les cols de Vassieu et du Pas de l'Infernay, sont l'origine certaine du Brudoux souterrain.

» A 2^{km} au nord de la porte d'Urle, un thalweg commence à se dessiner; il est à sec, si ce n'est après les très violents orages. Il descend vers le nord en s'accentuant pendant deux autres kilomètres, jusqu'à un admirable porche de caverne percé sur sa rive gauche et d'où s'échappe le ruisseau pérenne, quoique fort variable, du *Brudoux* ou *Brudour* (altitude 1220^m).

» Nous avons constaté dans cette caverne : 1° que la voûte est percée de plusieurs cheminées verticales ou scialets, dont les ouvertures sur le pla-

teau sont inconnues, mais qui, drainant les infiltrations de la surface, servent d'affluents au cours d'eau souterrain; 2° que celui-ci, selon la loi générale, a frayé sa route intérieure en suivant le pendage des assises calcaires et en élargissant soit des diaclases verticales, soit des joints de stratification horizontaux; 3° qu'il est coupé de cascades, rapides, siphons et bassins; 4° et qu'il est, sans doute possible, le collecteur général de toutes les absorptions du plateau d'Urle, comme Vaucluse pour les avens du Ventoux.

» L'exploration a été arrêtée, à 400^m de l'entrée, par l'extrême difficulté du parcours : le bateau n'a pas pu pénétrer dans les cent derniers mètres; l'un de nous et un garde forestier sont successivement tombés dans l'eau à 5°, 5. Cette température, égale à celle de la petite source de Fondurle, située 255^m plus haut, prouve bien la provenance élevée de l'eau du Brudoux.

» Sur la rive droite du thalweg, à 150^m au nord-est et à 40^m au-dessus de la grotte, s'ouvre un scialet inexploré.

» Après 300^m de cours aérien, le Brudoux (se réchauffant d'un demi-degré, soit à 6° C.) disparaît de nouveau, en temps ordinaire, dans les fissures de son lit torrentueux; lors des crues seulement, il coule encore à l'air libre pendant 4^{km}, inondant et couvrant d'alluvions la plaine de Lente ou *Pracourier* (Pré-Courier, alt. 1070^m à 1080^m), et s'y absorbant par degrés dans les *pots* (impénétrables à l'homme) de *l'Étang*, de *la Chaume*, de la maison forestière, etc. Jamais il ne dépasse ce dernier et n'atteint le col de la Marine. Pracourier est donc aussi un bassin fermé, un *Kesselthal*, une vallée inachevée.

» Sur le versant droit (oriental) de Pracourier, nous sommes descendus dans le *scialet Félix* (alt. 1090^m), profond de 110^m.

» Des fissures impénétrables et un bouchon d'argile (que les infiltrations seules peuvent franchir) le terminent à peu près par 980^m d'altitude. Théoriquement, le cours souterrain du Brudoux doit passer à une bien faible distance du fond du gouffre.

» Définitivement, le Brudoux rejaillit au pied du col de Marine par 770^m, au contact de quelque couche marneuse, sous le nom de *source du Cholet* : direction, pendage, débit, température (7°, augmentée de 1° seulement pour 450^m de descente souterraine), tout indique que c'est bien le même courant.

» Le scialet Félix, comme tous ses semblables, sert certainement, en temps de pluie, d'affluent plus ou moins direct au cours d'eau mystérieux : il faudrait donc, conformément à l'importante remarque déjà maintes fois

faite par l'un de nous (*Comptes rendus*, 21 mars 1892), interdire absolument le jet des cadavres des bêtes mortes dans les scialets du Vercors, comme dans les avens des Causses, pour éviter la contamination des sources; à diverses reprises (la dernière en 1885), les bœufs morts d'épizootie dans la ferme du Mandement ont été précipités dans le scialet Félix, où nous avons retrouvé les monceaux de leurs ossements : on n'insistera jamais assez sur les dangers de cette funeste pratique.

» La source du Cholet, elle-même impénétrable, possède un trop-plein largement ouvert sous un encorbellement de rocher.

» Une échelle rigide, de 15 à 18^m de hauteur, permettrait d'y atteindre et de retrouver par là le cours souterrain et peut-être d'importantes grottes, pourvu toutefois que la pénétration ne soit pas arrêtée par un siphon. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Relations entre les mouvements lunaires, les mouvements barométriques sur l'ensemble de l'hémisphère boréal.* Note de M. A. **Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« 1. Pour apprécier ces relations, j'ai choisi les deux mois de mai et novembre 1883, où les déclinaisons solaires sont fortes et opposées et où sont inverses les croisements des révolutions tropique et synodique de la lune. J'ai recherché les différences barométriques de la veille au jour et tracé sur les cartes du Signal Office les lieux de leur changement de signe. Les différences sont indépendantes de la variation diurne totale, puisque les cotes sont partout reprises à la même heure locale. Elles sont surtout affectées par les effets quotidiens des mouvements lunaires et par la part du Soleil dans ceux de la révolution synodique; elles le sont aussi par ceux des longues oscillations dues au Soleil et par ceux des cumulations. Je les utilise telles qu'elles sont; étant prises sur tous les points de l'hémisphère et dans des situations différentes, elles donnent une idée très approchée des circonstances déterminantes et de l'amplitude des mouvements. Sans entrer dans les détails, je vais résumer les résultats d'un premier examen, qui, en les confirmant, ajoute à mes déductions antérieures.

» *Abréviations.* +, —, hausse ou baisse depuis la veille. p, point de passage en lune boréale, à l'instant des observations. p', symétrique du point de passage en lune australe. Opp, point pris à l'opposé à la latitude de p. a, antipode du passage en lune australe. L, lune. Eq, équateur. EqL, LB, LA, PL, NL, etc., équilune, lunistice boréal, austral, pleine lune, etc.

» 2. *Proportion des surfaces en + ou en — sur l'hémisphère* (simples aperçus). — Proportion des surfaces en — : en L ascendante, australe ou boréale, 0,50; en L descendante, boréale, 0,54; australe, 0,46; moyenne, pour L boréale, 0,52; australe, 0,48. Écart plus fort en mai.

» Quand L est entre les parallèles $\pm 6^\circ$, les changements sont brusques et considérables. A l'E*q* L ascendante, la proportion des — descend à $\frac{1}{4}$, ou monte à $\frac{2}{3}$, suivant qu'en mouvement diurne L marche avant ou après le Soleil. A l'E*q*L descendante, on passe à $\frac{1}{2}$ entre proportions plus fortes.

» En L ascendante marchant avant, quand elle se rapproche de l'E*q*, les + dominent sur les hautes latitudes, et les — sur les latitudes inférieures. L'E*q* atteint, les choses se renversent. Il en est de même en L descendante marchant après. C'est le contraire dans les deux autres cas.

» Quand L est, d'un côté ou de l'autre, en dehors de la zone $\pm 6^\circ$, la proportion des — oscille presque toujours entre $\frac{11}{20}$ et $\frac{9}{20}$, dont, notamment, $\frac{9}{20}$ à l'apogée et $\frac{11}{20}$ au périgée. Je ne m'arrête pas aux écarts, qui sont très rares et peu considérables et qui pourraient tenir à l'insuffisance des approximations appliquées à certains jours.

» 3. *Profils sur le méridien des passages*. — L à l'E*q*, les différences sont nulles à *p* et à O*pp*, diverses et généralement faibles sur tout le méridien.

» L hors de l'E*q*, les profils aux *p* et *p'* sont similaires jusqu'au pôle pour une même déclinaison absolue.

» Si L s'éloigne de l'E*q*, les différences extrêmes vont à l'E*q*, de 0^{mm} à $-0^{mm},5$, puis passent à + aux lunistices, à *p* ou *p'*, de 0^{mm} à -5^{mm}; en hautes latitudes, elles passent de -5^{mm} à -30^{mm} et à -5^{mm}.

» Si L se rapproche de l'E*q*, elles passent : à l'E*q*, de $+0^{mm},7$ à $-0^{mm},5$ et à 0^{mm}; à *p* ou *p'*, de -5^{mm} à 0^{mm}; en hautes latitudes, de -20^{mm} à $-2^{mm},5$ et à -10^{mm}.

» Les — des basses et des hautes latitudes sont souvent séparés par des +.

» La similitude est moindre entre les profils aux O*pp* et aux *a*. Il y a des troubles entre $\pm 8^\circ$ en rapprochement de l'E*q* et $\pm 14^\circ$ à 19° en éloignement. On peut dire toutefois que, dans les deux sens, de l'E*q* à LB ou LA, ou inversement, la hausse va, à l'E*q* de 0^{mm} à $0^{mm},3$, à O*pp* ou *a* de $0^{mm},5$ à 3^{mm} ou 4^{mm}, ou inversement. La hausse rattachée à O*pp* ou *a* s'étend progressivement jusque vers 50°; au-dessus, alternatives. + et — atteignent 10^{mm} à 13^{mm}.

» J'écarte quelques chiffres trop influencés par les causes rappelées au

n° 1. Il n'y a, du reste, de nettement contraire à l'esquisse qui précède que trois renversements partiels du mouvement à 1p', 1 Opp et 1a des 14, 19 et 24 mai (toutes causes de trouble réunies).

» Les dépressions qu'on trouve un jour au méridien du passage se retrouvent le lendemain sur le nouveau méridien. D'une façon générale, une fois dégagées de la ceinture des calmes, les dépressions tendent à modeler leur marche en longitude sur celle de la rotation de la Lune autour de la Terre.

» 4. *Mouvements des surfaces en + et en —.* — Je viens de noter les mouvements sur le méridien du passage. Les plus forts sont très souvent en dehors, et la surface, en — d'une part, en + de l'autre, qui se rattache à ce méridien, change de position. Ainsi, pour les p et p', la situation de ce méridien sur la surface en — correspondante est comme suit :

» (M, E, W : partie médiane, orientale, occidentale de la surface. La 1re indication se rapporte aux p, la 2e aux p'.)

» Jours lunaires 30 et 1 : M, M. 2 et 3 : E, E. 4 à 8 : M, W. 9 et 10 : M, M. 11 et 12 ; E, E. 13 à 18 : E, M. 19 à 24 : W, M. 25 à 27 : M, M. 28 et 29 : M, E.

» Aux NL et aux PL, les + se ramassent d'un côté de l'hémisphère et les — de l'autre. Ici, aux PL, les deux ramassements sont séparés par le méridien de la syzigie, les + côté a, ou à l'W de la Lune; aux NL, ils s'opèrent du côté des p et de celui des a, dans des situations différentes par rapport au méridien de la syzigie. Dans les intervalles de PL et NL, dislocations et rassemblements, certainement systématiques, mais très divers.

» Tous les mouvements sont influencés par la situation des lieux d'élection des cumulations, s'harmonisent avec les oscillations provoquées dans les lignes des maxima par les révolutions tropique et anomalistique, et obéissent aux règles esquissées au n° 2 sur l'augmentation et la diminution des surfaces totales en + et en —.

» Il faut une étude plus complète et plus étendue pour mieux définir ces changements kaléidoscopiques. Quoi qu'il en soit, abstraction faite d'influences cosmiques reconnues et d'importance secondaire, la Lune, en ses courtes révolutions comme en celle du nœud, est seule, ce semble, à broder sur le canevas actuel des saisons. »

M. H. Tarry adresse une Note intitulée « Les pluies extraordinaires; la pluie rose du Croisic (Loire-Inférieure), le 8 novembre 1896.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Daubrée* :

En première ligne . . . . M. **Michel Lévy.**
En deuxième ligne . . . . M. **de Lapparent.**
En troisième ligne. . . . . M. **Barrois.**
En quatrième ligne . . . . M. **Douvillé.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 novembre 1896.

Les Problèmes de la Navigation et la Carte marine. Types de calculs et Tables complètes, par le Capitaine de frégate E. Guyou, Membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Observations magnétiques en mer à bord du croiseur le Dubourdieu, *par M. le Lieutenant de vaisseau* Schwerer. *Méthode de réduction des observations,* par le Capitaine de frégate E. Guyou, Membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes. (Extrait des *Annales hydrographiques,* 1896.) Paris. Imprimerie nationale, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Sur les variations observées dans la composition des apatites, des phospho-

rites et des phosphates sédimentaires. Remarques sur le gisement et le mode de formation de ces phosphates, par M. Adolphe Carnot, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut. (Extrait des *Annales des Mines*, livraison d'août 1896.) Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1896; in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Différences de longitudes entre San Fernando, Santa Cruz de Tenerife, Saint-Louis et Dakar, et mesures d'intensité de la pesanteur, par MM. Bouquet de la Grye, Ingénieur hydrographe, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, Cecilio Pujazon, Capitaine de vaisseau, Directeur de l'observatoire de San Fernando, et Driencourt, Sous-Ingénieur hydrographe. (Extrait des *Annales du Bureau des Longitudes*, t. V.) Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. N° 8, août 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-4°.

Enquête médico-pscyhologique sur les rapports de la supériorité intellectuelle avec la névropathie. Introduction générale. *Émile Zola*, par Edouard Toulouse, Chef de clinique des maladies mentales de la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'Asile Sainte-Anne. Paris, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Traité de Médecine légale théorique et pratique, par Gabriel Tourdes, Doyen honoraire de la Faculté de Médecine de Nancy, et Edmond Metzquer, Docteur en Médecine. Paris, Asselin et Houzeau, 1896; 1 vol. in-8°. (Hommage des auteurs.)

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. Boule et Verneau. 1896. N° 5. Septembre-octobre. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et M. Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance des 3 et 10 novembre 1896. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Revue météorologique. Travaux du réseau météorologique du sud-ouest de la Russie (1886-1895), par A. Klossovsky. Odessa, L. Nitsche, 1896; 1 fasc. in-4°.

Philosophical transactions of the Royal Society of London. (B) for the year MDCCCXCV, vol. 186. Part I. London, Harrison and Sons, 1895; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 NOVEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur diverses propriétés des rayons uraniques.* Note de M. HENRI BECQUEREL.

« J'ai montré, il y a plusieurs mois ([1]), que l'uranium et ses sels émettent des radiations invisibles qui traversent les corps opaques et déchargent à distance les corps électrisés. Ces radiations présentent des propriétés communes avec le phénomène appelé *rayons X* par M. Röntgen, mais en diffèrent parce qu'elles se réfléchissent et se réfractent comme la lumière. Parmi les propriétés que j'ai observées en poursuivant l'étude de l'émission de ces radiations que, pour abréger, j'appellerai *radiations uraniques,* il en est deux qu'il me semble intéressant de signaler aujourd'hui :

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 501, 559, 689, 762, 1086.

ce sont la durée de l'émission, et la faculté de communiquer à des gaz la propriété de décharger les corps électrisés.

1° Durée de l'émission.

» J'avais reconnu déjà que, au bout de plusieurs semaines, des sels d'uranium, maintenus à l'obscurité soit dans une boîte en carton, soit dans une boîte en plomb, continuent à émettre des radiations. Divers sels d'uranium, phosphorescents et non phosphorescents, uraniques et uraneux, dont quelques-uns étaient déjà maintenus à l'obscurité depuis le 3 mars, ont été enfermés le 3 mai dernier dans une double boîte en plomb épais, qui n'a pas quitté un réduit obscur où la lumière du jour ne pénètre pas. Ces sels ont été tous fixés sur une lamelle de verre, et quelques-uns enfermés dans une petite cloche en verre scellée à la lamelle inférieure par de la paraffine, de façon à exclure toute possibilité d'action par des vapeurs. Les lamelles de verre reposent sur une feuille de papier noir, tendue à 1^{cm} environ au-dessus du fond de la boîte intérieure, et une disposition très simple permet de glisser au fond de cette boîte un châssis de plomb contenant une plaque photographique, sans que les substances cessent d'être enfermées.

» Dans ces conditions, à l'abri de toute radiation connue, autre que le rayonnement des parois de la boîte, les substances ont continué à émettre des radiations actives, traversant le verre et le papier noir, et cela depuis plus de six mois pour les unes, et huit mois pour les autres. La dernière épreuve, développée le 7 novembre, est presque aussi intense que les épreuves développées à diverses dates intermédiaires; si l'on tient compte des différences dans la durée de l'exposition des plaques et dans l'intensité du développement, on constate un affaiblissement très petit entre l'épreuve du 3 mai et l'épreuve du 7 novembre. On voit que la durée de l'émission de ces rayons uraniques est tout à fait en dehors des phénomènes ordinaires de phosphorescence, et l'on n'a pu reconnaître encore où l'uranium emprunte l'énergie qu'il émet avec une si longue persistance.

2° Dissipation de la charge des corps électrisés.

» On sait que, entre autres propriétés des rayons X, M. J.-J. Thomson a trouvé que non seulement l'action directe de ces rayons décharge à distance un corps électrisé, mais que, après avoir fait agir ces rayons sur une

masse de gaz, il suffit de faire passer le gaz sur le corps électrisé pour le décharger. Récemment, M. Villari [1] a montré que les étincelles électriques, mais non l'effluve, communiquaient à divers gaz la même propriété.

» Je me suis proposé de rechercher si les rayons uraniques, qui déchargent à distance les corps électrisés, ne communiqueraient pas à divers gaz cette propriété conductrice.

» L'expérience a mis en évidence cette action.

» Après divers essais, je me suis arrêté aux dispositions suivantes :

» Un courant de gaz (air ou acide carbonique) traverse un tube contenant un tampon de coton pour arrêter les poussières, et un second tube en verre, où l'on pouvait enfermer un sel d'uranium. Ce tube débouche près de la boule d'un électroscope, dont le gâteau de diélectrine a été protégé par un manchon de cuivre.

» Dans une autre série d'expériences, on a substitué au dernier tube une boîte en carton, au milieu de laquelle on pouvait disposer un disque d'uranium métallique; deux ouvertures, dont l'une débouchait près de la boule de l'électroscope, permettaient de faire traverser la boîte par le courant gazeux et de diriger celui-ci sur la boule électrisée.

» Dans ces conditions, si l'on ne met pas tout d'abord l'uranium dans l'appareil, l'électroscope reste chargé et ne présente qu'une très faible déperdition, qu'on peut du reste mesurer. Cette déperdition augmente à peine lorsqu'on vient à faire passer le courant gazeux, si celui-ci est bien dépouillé de poussières. Lorsqu'on arrête le courant gazeux et qu'on place l'uranium dans la boîte, ou un sel d'uranium dans le tube, l'électroscope accuse une déperdition due à l'action directe des rayons uraniques. Par exemple, dans une expérience avec l'uranium métallique, la vitesse de la chute des feuilles d'or (exprimée en secondes d'angle par seconde de temps), qui était de 3 sans l'uranium, est devenue 16,7. On a mis alors en mouvement le courant d'air qui, après avoir passé sur l'uranium métallique, a été dirigé sur la boule de l'électroscope; la dissipation de la charge électrique est devenue considérable; la vitesse de la chute des feuilles d'or a été 88,6.

» L'action de l'air modifié par les rayons uraniques, pour la vitesse particulière du courant employé dans cette expérience, était donc

$$88,6 - 16,7 = 71,9.$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 598 et 599; octobre 1896.

» Le courant d'air était obtenu en comprimant, par des poids, de l'air dans un sac en caoutchouc.

» Le sulfate double d'uranyle et de potasse, pour des courants d'air à peu près les mêmes, a donné, dans diverses séries, des vitesses de chute des feuilles d'or mesurées par 22,2, 23,0 et 26,5. La moyenne 23,9 peut être comparée à l'action de l'uranium métallique 71,9. Le rapport est 3. Or, les actions directes des rayons uraniques émis par ces deux corps, sur l'électroscope dans l'air, avaient donné antérieurement le rapport 3,65.

» Si l'on a égard à ce fait que, dans l'expérience ci-dessus, les fuites de la boîte de carton contenant l'uranium métallique ne dirigeaient pas tout le courant gazeux sur l'électroscope, comme cela avait lieu pour le tube contenant le sel, on reconnaît que le rapport des actions de l'air modifié, dans les deux cas, est sensiblement le même que le rapport des actions directes du métal et du sel sur l'électroscope.

» Cette proportionnalité montre que l'effet n'est pas dû à un entraînement de poussières ou de vapeurs du métal ou du sel; pour en avoir une autre preuve, j'ai enveloppé le disque métallique avec une feuille simple de papier noir, et j'ai recommencé l'expérience. La vitesse de chute des feuilles d'or a été trouvée, après corrections, égale à 12, c'est-à-dire 0,16 de ce qu'elle était avec l'uranium non enveloppé. Des expériences faites, il y a quelques mois, sur l'affaiblissement dû au papier noir quand on faisait agir directement les corps dans l'air au repos, avaient donné 0,115 pour l'uranium, et 0,189 pour le sel.

» Les expériences faites avec un courant d'acide carbonique ont donné des résultats du même ordre, mais les courants gazeux étaient très faibles, et la difficulté de régler leur vitesse n'a pas permis d'avoir des nombres aussi directement comparables que les précédents.

» En résumé, les observations qui viennent d'être rapportées mettent hors de doute le fait de la décharge des corps électrisés par les gaz ayant été soumis à l'influence des rayons uraniques, et cette propriété, dont le mécanisme reste encore inexpliqué, vient ajouter une relation de plus entre les rayons X et les rayons uraniques, qui, au point de vue de la réflexion et de la réfraction, paraissent être des phénomènes tout à fait différents. »

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie d'un Opuscule qu'il vient de publier sous le titre « Décimalisation de l'heure et de la circonférence ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour les fonctions de Directeur de l'Observatoire de Paris.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 62,

M. Lœwy	obtient.	42 suffrages.
M. Callandreau	»	18 »
M. Poincaré	»	1 »

Il y a 1 bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 59,

M. Callandreau	obtient.	48 suffrages.
M. Stéphan	»	2 »
M. Poincaré	»	1 »
M. Wolf	»	1 »

Il y a 7 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. **Lœwy**.
En seconde ligne. . . . . M. **Callandreau**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Daubrée*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Michel Lévy	obtient	54 suffrages,
M. de Lapparent	»	2 »

M. **Michel Lévy**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

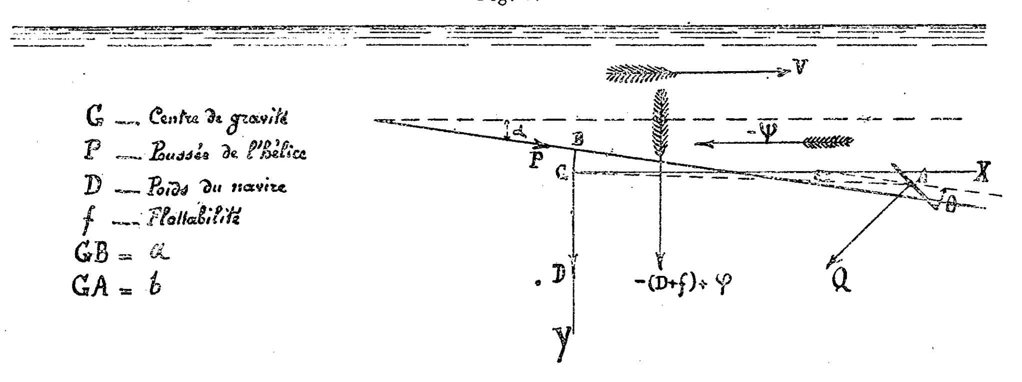
MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Étude théorique sur la plongée des sous-marins.* Mémoire de M. LEFLAIVE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. de Bussy, Guyou, amiral de Jonquières.)

« I. *Établissement des équations.* — Nous supposons un sous-marin naviguant sous l'eau et maintenu à une profondeur constante, sous une incli-

Fig. 1.



naison α, par un ou plusieurs gouvernails horizontaux tels que A. Les forces qui agissent sur lui sont :

» 1° *Son poids* D, égal au déplacement lorsqu'il flotte au repos;

» 2° *La poussée de l'hélice* P, dirigée suivant l'axe de l'arbre;

» 3° *Les pressions de l'eau sur la carène,* symétriques comme celle-ci par rapport à un plan longitudinal, et dont la résultante peut être définie par ses projections $-\psi$ et $-(D+f)+\varphi$ sur GX et GY et par son moment M par rapport à G. Le terme $-(D+f)$ a été mis en évidence parce qu'il représenterait la poussée verticale si le bâtiment, complètement immergé, était au repos;

» 4° *L'action des gouvernails orientables :* ces forces, telles que Q, sont normales au safran du gouvernail.

» Les équations d'équilibre sont au nombre de trois :

(1) $-\psi + P\cos\alpha - \Sigma[Q\sin(\alpha+\theta)] = 0.$ Projection sur GX.

(2) $-f + \varphi + P\sin\alpha + \Sigma[Q\cos(\alpha+\theta)] = 0.$ Projection sur GY.

(3) $M + P.\overline{GB} + \Sigma[Q.\overline{GA}\cos(\theta-\varepsilon)] = 0.$ Moments.

» II. *Flottabilité.* — Le problème peut donc se mettre en équations. Pour arriver à résoudre pratiquement la question, on remarque que les angles α et θ sont, dans la pratique, assez faibles pour qu'on puisse les supposer, dans les équations, infiniment petits du premier ordre; on remplace alors les fonctions φ, ψ, P, Q, M par leurs développements en séries, et l'on ne conserve que les termes du premier degré en α et θ :

$$(\psi_0 + \varphi_1 + Q_1)\alpha + Q_1\theta = f - \varphi_0, \tag{4}$$

$$(M_1 - \psi_1 d + Q_1 b)\alpha + Q_1 b\theta = \psi_0 d - M_0. \tag{5}$$

» On peut tirer α et θ de deux équations dont la forme linéaire montre que :

» 1° Lorsque les valeurs de la flottabilité croissent en progression arithmétique, les angles α et θ croissent aussi en progression arithmétique.

» Puis, la discussion complète des coefficients de α et de θ montre que, pour plonger avec de fortes flottabilités, il faut (pour une même inclinaison α) :

» 2° Que le sous-marin ait un large plan de dérive horizontal;

» 3° Que la vitesse soit la plus grande possible;

» 4° Que le gouvernail de plongée soit, par rapport au centre de gravité, du côté opposé au centre de dérive horizontale du sous-marin;

» 5° Que le propulseur agisse, sous ce rapport, dans le même sens que les formes de la carène.

» III. *Stabilité.* — L'équilibre sous l'eau, sous une inclinaison α_0 calculée avec les équations (4) et (5), sera stable si l'équilibre des forces agissant sur le sous-marin est lui-même stable, ce qui s'exprime algébriquement par

$$\frac{d(\Sigma \text{ moments})}{d\alpha} < 0 \text{ pour } \alpha = \alpha_0$$

ou

$$M_1 - \psi_1 d + Q_1 b < 0.$$

» Il faut donc :

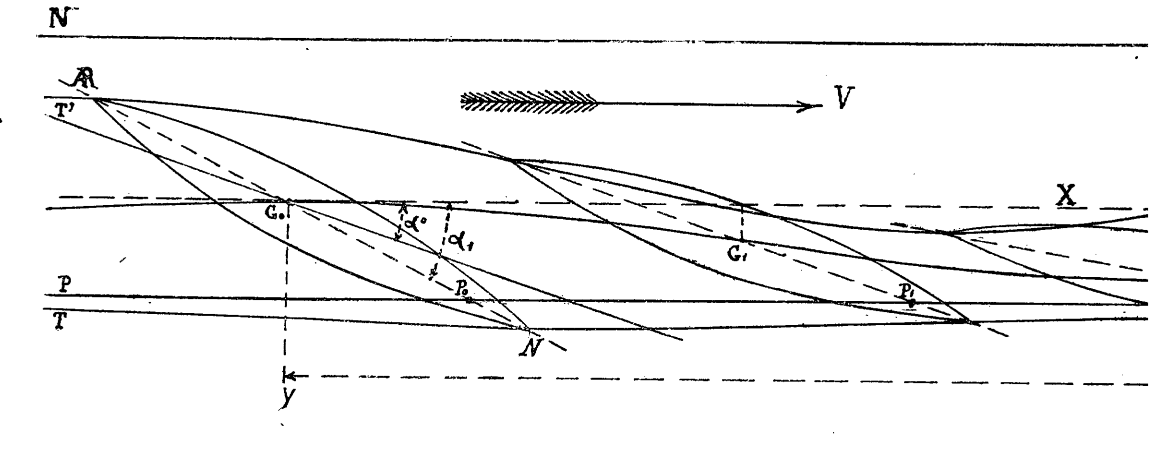
» 1° Rejeter sur l'arrière le plan de dérive horizontal, tout en lui donnant le plus grand développement possible;

» 2° Placer le gouvernail de plongée à l'arrière. Or, au point de vue de la flottabilité, il y a avantage à placer le gouvernail de plongée du côté opposé au plan de dérive horizontal; on donnera donc d'abord à celui-ci tout le développement nécessaire sur l'arrière pour assurer largement la

stabilité, et l'on placera le gouvernail de plongée le plus près possible de l'avant.

» IV. *Tangage sous l'eau.* — Lorsque l'équilibre est stable et qu'une cause accidentelle produit une inclinaison nouvelle α_1 (θ_0 restant fixe), le

Fig. 2.



sous-marin oscille autour de sa position d'équilibre α_0; les équations du tangage, en milieu non résistant, sont

$$(6)\qquad I\frac{d^2\alpha}{dt^2} = (M_1 - \psi_1 d + Q_1 b)\alpha - \psi_0 d + M_0 + Q_1 b\theta_0,$$

$$(7)\qquad \frac{D}{g}\frac{d^2y}{dt^2} = (\psi_0 + \varphi_1 + Q_1)\alpha + \varphi_0 - f + Q_1\theta_0.$$

» Posons

$$A = \frac{1}{I}(M_1 - \psi_1 d + Q_1 b), \qquad A' = \frac{g}{D}(\psi_0 + \varphi_1 + Q_1),$$

$$B = \frac{1}{I}(-\psi_0 d + M_0 + Q_1 b\theta_0), \qquad B' = \frac{g}{D}(\varphi_0 - f + Q_1\theta_0).$$

» L'intégration donne

$$(6')\qquad \alpha = \alpha_0 + (\alpha_1 - \alpha_0)\cos\frac{2\pi t}{\tau},$$

$$(7')\qquad y = \frac{A'}{A}(\alpha_1 - \alpha_0)\left(1 - \cos\frac{2\pi t}{\tau}\right)$$

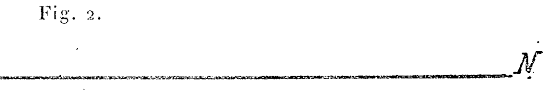
ou

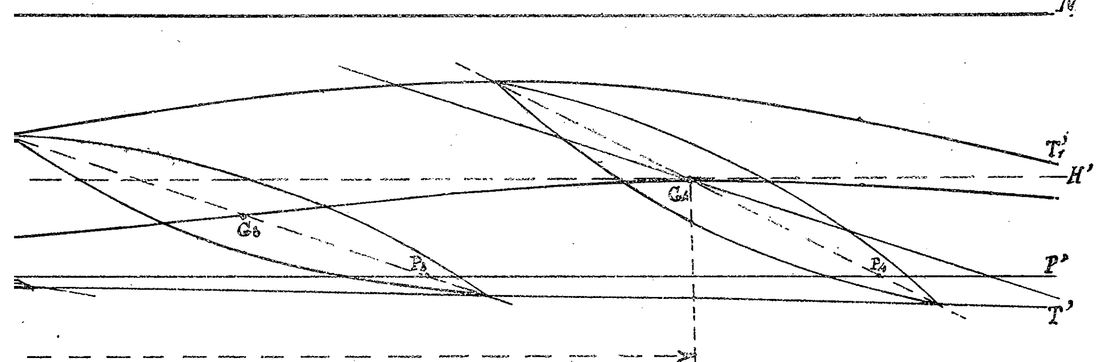
$$y = \frac{A'}{A}(\alpha_1 - \alpha);$$

avec $\tau = \frac{2\pi}{\sqrt{-A}}$ [1]; τ est la période d'une oscillation double, ou la durée d'une embardée dont l'amplitude angulaire est $2(\alpha_1 - \alpha_0)$.

» Ces équations permettent de trouver le point P_0, sur l'axe du sous-

Fig. 2.





marin, qui ne change pas de profondeur dans le tangage, et dont la trajectoire est, par conséquent, rectiligne; ce point est donné par $G_0 P_0 = -\frac{A'}{A}$, expression positive; P_0 est donc sur l'avant du centre de gravité.

» On peut alors représenter les positions successives d'un sous-marin tanguant sous l'eau par la *fig.* 2 où la longueur $G_0 G_1 = V\tau$ est la longueur de l'embardée, et où $G_2 g_2 = -2\frac{A'}{A}(\alpha_1 - \alpha_0)$ est la hauteur de l'embardée du centre de gravité. Les points situés à égale distance de P_0 ont donc des embardées de même amplitude, et le point d'amplitude maximum est la pointe extrême-arrière du sous-marin. »

M. E. Fontaneau soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur un cas particulier du Mouvement des liquides ».

(Commissaires : MM. Boussinesq, Sarrau.)

M. G. Morosov soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé

(1) Pour que l'intégration soit possible, il faut que $A < 0$, ce qui exprime justement que l'équilibre est stable.

« Postulat d'Euclide, considéré comme une propriété de l'espace à trois dimensions ».

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré.)

CORRESPONDANCE.

M. **Faye**, en présentant la *Connaissance des Temps* pour l'année 1899 et l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour l'an 1897, s'exprime ainsi :

« Dans le présent Volume de la *Connaissance des Temps* on a ajouté, pour les satellites de Mars, Saturne, Uranus et Neptune, une série d'éléments permettant de calculer les positions exactes de ces satellites, d'après les recherches de M. H. Struve, que cet auteur a bien voulu nous communiquer.

» Par rapport à l'*Annuaire*, nous signalons les améliorations suivantes :

» Le Tableau relatif aux petites planètes renferme toutes les planètes découvertes jusqu'en septembre 1896 : leur nombre s'élève à 431.

» Les notices sur les comètes s'étendent jusqu'en 1895.

» Celles des étoiles doubles comprennent une nouvelle orbite, celle de Σ 1879 due à M. Lewis.

» M. Moureaux a tenu au courant les valeurs des éléments magnétiques pour 1897.

» M. Damour a ajouté les densités des carbures déterminés par M. Moissan.

» M. Sudre a ajouté les monnaies du Transvaal à son Tableau des monnaies étrangères.

» M. Berthelot a remanié les Tableaux relatifs aux corps simples et ceux qui sont relatifs à la Thermochimie en se servant des poids atomiques.

» Enfin l'*Annuaire* comprend trois Notices dues à M. *Tisserand;* une à M. *Poincaré,* sur les rayons cathodiques et les rayons Röntgen ; et deux à M. *Janssen.*

» Nous donnons, en outre, les discours prononcés par M. Cornu aux funérailles de M. Fizeau, et par MM. Janssen, Lœwy et Poincaré, à celles de M. Tisserand. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Perrine* (1896, nov. 2), *faites à l'observatoire d'Alger* (Équatorial coudé de $0^m,318$); par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1896.	Étoiles de compar.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s		
Novembre 6........	a	8,7	+0.16,81	−2′.54″,8	18:12
6........	a	8,7	+0.14,53	−3.47,7	18:12
7........	b	7,7	+1. 5,32	+0.27,3	14:10
7........	b	7,7	+1. 4,39	−0. 5,0	14:10

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1896.	★	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Nov. 6.	a	20.15. 9,33	+2,28	+22°.12′.14″,5	+18″,3	Astr. Gesellschaft, n° 7639.
7.	b	20.12.50,80	+2,28	+21.25.42,4	+17,8	Astr. Gesellschaft, n° 7611.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1896.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Nov. 6......	8.42.29	20.15.28,42	$\bar{1}$,612	+22°.12′.15″,6	0,516
6......	9.10.04	20.15.26,14	$\bar{1}$,647	+22.11.22,7	0,550
7......	7.55.26	20.13.58,40	$\bar{1}$,539	+21.26.27,5	0,478
7......	8.10.39	20.13.57,47	$\bar{1}$,568	+21.25.55,2	0,496

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les courbes algébriques à torsion constante.* Note de M. **Eugène Fabry**, présentée par M. Darboux.

« Une courbe algébrique à torsion constante est représentée par les équations

$$x = \tau \int \frac{l\,dk - k\,dl}{h^2 + k^2 + l^2}, \qquad y = \tau \int \frac{h\,dl - l\,dh}{h^2 + k^2 + l^2}, \qquad z = \tau \int \frac{k\,dh - h\,dk}{h^2 + k^2 + l^2},$$

où h, k, l sont trois polynomes, sans facteurs communs, tels que tous les résidus de x', y', z' soient nuls.

» Soit $t = a$ une racine double de Σh^2, et

$$\Sigma h^2 = (t-a)^2 \mathrm{P}(t).$$

» Le résidu, pour $t = a$, de $\frac{lk' - kl'}{\Sigma h^2}$ sera nul, si le polynome

$$(lk'' - kl'')\mathrm{P} - (lk' - kl')\mathrm{P}'$$

est divisible par $t - a$. En le multipliant par h' et ajoutant les trois expressions symétriques, on voit que

$$\begin{vmatrix} h & k & l \\ h' & k' & l' \\ h'' & k'' & l'' \end{vmatrix}$$

est divisible par $t - a$, ainsi que

$$(lk' - kl')\Sigma hh'' = (lk'' - kl'')\Sigma hh' - (l'k'' - k'l'')\Sigma h^2 - h \begin{vmatrix} h & k & l \\ h' & k' & l' \\ h'' & k'' & l'' \end{vmatrix}.$$

» Mais si les trois polynomes, tels que $lk' - kl'$, s'annulaient pour $t = a$, les polynomes $lk'' - kl''$ s'annuleraient aussi; et comme h, k, l n'ont pas de facteurs communs, $\Sigma h'^2$ et $\Sigma hh''$ seraient divisibles par $t - a$ et Σh^2 par $(t-a)^3$. Il faut donc que $\Sigma hh''$ soit divisible par $t - a$ et par suite aussi $\mathrm{P} - \Sigma h'^2$, ainsi que $\mathrm{P}' - \Sigma h'h'' - \frac{1}{3}\Sigma hh'''$.

» Pour $t = a$ on aura donc

$$(lk'' - kl'')\Sigma h'^2 - (lk' - kl')(\Sigma h'h'' + \tfrac{1}{3}\Sigma hh''') = 0$$

ou

$$\frac{lk' - kl'}{3}\Sigma hh''' + (k'l'' - l'k'')\Sigma hh' - h' \begin{vmatrix} h & k & l \\ h' & k' & l' \\ h'' & k'' & l'' \end{vmatrix} = 0,$$

et $\Sigma hh'''$ est aussi divisible par $t - a$.

» Réciproquement, si Σh^2, $\Sigma hh'$, $\Sigma hh''$ et $\Sigma hh'''$ s'annulent pour $t = a$, $\Sigma h'^2$ n'étant pas nul, on voit de même que les trois résidus sont nuls.

» Supposons que Σh^2 n'ait que des racines doubles, et soit

$$\Sigma h^2 = q^2;$$

il faudra que $\Sigma h'^2 - q'^2$ et $\Sigma h'h'' - q'q''$ soient divisibles par q, ou $\Sigma h'^2 - q'^2$ par q^2. Cela n'est pas possible lorsque les polynomes h, k, l sont réels.

» Soit $t = a$ une racine triple de Σh^2, et $h^2 + k^2 + l^2 = (t-a)^3 \times P$.

» Le résidu, pour $t = a$, de $\dfrac{lk' - kl'}{\Sigma h^2}$ sera nul si

$$(lk''' - kl''' + l'k'' - k'l'')P^2 - (lk'' - kl'')\,2PP' + (lk' - kl')(2P'^2 - PP'')$$

est divisible par $t - a$. En multipliant par h et ajoutant les trois expressions symétriques, on voit que

$$\begin{vmatrix} h & k & l \\ h' & k' & l' \\ h'' & k'' & l'' \end{vmatrix} \qquad \text{et par suite} \qquad (lk' - kl')\Sigma hh''$$

sont divisibles par $t - a$. Mais si les trois polynomes tels que $lk' - kl'$ s'annulaient pour $t = a$, $\Sigma h'^2$ s'annuleraient ainsi que $\Sigma hh''$. Donc $\Sigma hh''$ est divisible par $t = a$, et par suite aussi $\Sigma h'^2$.

» En multipliant le résidu par h', h'', h''', on démontrera de même que

$$\begin{vmatrix} h & k & l \\ h' & k' & l' \\ h''' & k''' & l''' \end{vmatrix}, \qquad \begin{vmatrix} h & k & l \\ h'' & k'' & l'' \\ h''' & k''' & l''' \end{vmatrix}, \qquad \begin{vmatrix} h' & k' & l' \\ h'' & k'' & l'' \\ h''' & k''' & l''' \end{vmatrix}$$

sont divisibles par $t - a$, et par suite aussi

$$(lk' - kl')\Sigma hh''', \qquad (lk'' - kl'')\Sigma hh''' \qquad \text{et} \qquad (l'k'' - k'l'')\Sigma hh'''.$$

» Il en résulte que $\Sigma hh'''$ s'annule pour $t = a$, car autrement les trois polynomes $lk''' - kl'''$ s'annuleraient aussi, et par suite $\Sigma hh'''$. On démontre de même que $(lk' - kl')\Sigma h'h''$ est divisible par $t - a$, ainsi que $\Sigma h'h''$.

» Mais $\Sigma hh'''$ et $\Sigma h'h''$ étant divisibles par $t - a$, Σh^2 sera divisible par $(t-a)^4$.

» Donc Σh^2 ne doit avoir aucune racine triple; et, si la courbe est réelle, il doit y avoir une racine au moins quadruple. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application de la théorie des groupes continus à l'étude des points singuliers des équations différentielles linéaires.* Note de M. F. **Marotte**, présentée par M. Émile Picard.

« I. Dans le cas où toutes les intégrales d'une équation linéaire sont régulières en un point singulier a, leur groupe de substitutions, lorsque la

variable tourne autour de a, et mieux encore l'équation déterminante, définissent complètement la forme analytique des intégrales dans le voisinage du point a.

» M'inspirant des idées de Galois, je me propose de montrer, dans cette Note, comment on peut définir, *dans le cas général, un groupe continu algébrique de transformations linéaires,* dont les invariants différentiels caracrisent complètement la nature des singularités des intégrales autour du point a.

» M. Picard a montré (*Traité d'Analyse,* t. III) que l'intégration d'une équation linéaire à coefficients rationnels est intimement liée à l'étude d'un groupe algébrique de transformations linéaires, qui joue le même rôle que le groupe de Galois dans la résolution d'une équation algébrique. En suivant une marche exactement parallèle à celle de M. Picard, j'ai démontré, *relativement à l'étude des intégrales autour d'un point singulier*, des théorèmes de forme toute semblable à ceux qu'il a obtenus pour l'étude des intégrales dans tout le plan.

» II. Nous dirons qu'une fonction $f(x)$ est *déterminée* au point a si ce point est, pour la fonction, un point ordinaire ou un pôle. On aura ainsi

$$f(x) = (x - a)^n \varphi(x),$$

n étant un nombre entier positif, négatif ou nul, et $\varphi(x)$ une fonction régulière et différente de zéro au point a.

» Considérons l'équation différentielle linéaire

$$\frac{d^n y}{dx^n} + p_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \ldots + p_n y = 0, \tag{1}$$

dont les coefficients sont rationnels. (Le raisonnement s'appliquerait aussi au cas où ces coefficients sont seulement déterminés en a.) Désignons par $y_1, y_2, \ldots, y_n$ un système fondamental d'intégrales et posons

$$V = u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_n y_n$$

les quantités u étant des fonctions rationnelles arbitraires. La fonction V satisfait à une équation linéaire à coefficients rationnels d'ordre n^2,

$$\frac{d^{n^2} V}{dx^{n^2}} + P_1 \frac{d^{n^2-1} V}{dx^{n^2-1}} + \ldots + P_{n^2} V = 0, \tag{2}$$

et les intégrales $y_1, y_2, \ldots, y_n$ et leurs dérivées s'expriment par des fonc-

tions linéaires à coefficients rationnels de V, $\frac{dV}{dx}, \dots, \frac{d^{n^2-1}V}{dx^{n^2-1}}$,

$$y_1 = \alpha_1 V + \alpha_2 \frac{dV}{dx} + \dots + \alpha_{n^2} \frac{d^{n^2-1}V}{dx^{n^2-1}},$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots,$$
$$y_n = \lambda_1 V + \lambda_2 \frac{dV}{dx} + \dots + \lambda_{n^2} \frac{d^{n^2-1}V}{dx^{n^2-1}}.$$

» A toute intégrale de l'équation (2) correspond un système d'intégrales $y_1, y_2, \dots, y_n$ de l'équation (1) qui sera un système fondamental; sauf le cas où le déterminant formé par les y et leurs dérivées, jusqu'à l'ordre $n-1$, serait nul, ce qui donnerait l'équation

$$\varphi\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \dots, \frac{d^kV}{dx^k}\right) = 0 \qquad k \leqq n^2 - 1,$$

φ étant un polynome entier par rapport aux quantités $x, V, \dots, \frac{d^kV}{dx^k}$. Ainsi, à toute intégrale de (2), ne satisfaisant pas à φ, correspond un système fondamental de (1).

» Ceci posé, *il arrivera, en général*, que certaines solutions de l'équation (2), n'appartenant pas à φ, vérifieront l'équation

$$f\left[(x), V, \frac{dV}{dx}, \dots, \frac{d^pV}{dx^p}\right] = 0,$$

f étant un polynome entier par rapport aux quantités V, $\frac{dV}{dx}, \dots, \frac{d^pV}{dx^p}$, dont *les coefficients sont des fonctions déterminées au point a*. C'est ici que ces considérations se distinguent de celles de M. Picard qui, étudiant les intégrales dans tout le plan, considère une équation f rationnelle par rapport à x.

» Parmi toutes les équations telles que f, considérons celles qui sont d'ordre moindre et parmi celles-ci l'une de celles de moindre degré en $\frac{d^pV}{dx^p}$, que nous appellerons f. On démontre immédiatement que toutes les solutions de f n'appartenant pas à φ appartiennent à l'équation (2) et même que l'intégrale générale de f y appartient aussi.

» De plus, les p constantes qui figurent dans cette intégrale générale y entrent *algébriquement*

$$V = V[(x), \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p].$$

» Soient $y_1, y_2, \dots, y_n$ le système fondamental correspondant à une solution particulière $V^0 = V[(x), \lambda_1^0, \dots, \lambda_p^0]$ et $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ le système

fondamental correspondant à l'intégrale générale V. On a

$$\begin{aligned} Y_1 &= a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + \ldots + a_{1n}y_n, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ Y_n &= a_{n1}y_1 + a_{n2}y_2 + \ldots + a_{nn}y_n. \end{aligned}$$

» Les quantités a dépendent algébriquement de $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_p$ et *ces équations définissent un groupe algébrique à p paramètres.*

» III. Nous avons ainsi défini un groupe g_a attaché à la singularité a de l'équation différentielle. Ce groupe possède les deux propriétés fondamentales suivantes :

» 1° *Toute fonction rationnelle de $x, y_1, y_2, \ldots, y_n$ et de leurs dérivées déterminée au point a reste invariable quand on effectue sur $y_1, y_2, \ldots, y_n$ les substitutions du groupe g_a*;

» 2° *Toute fonction rationnelle de $x, y_1, y_2, \ldots, y_n$ et de leurs dérivées qui reste invariable par les substitutions du groupe g_a est une fonction de x déterminée au point a.*

» *Les divers groupes $g_a, g_b, \ldots$ attachés aux points singuliers $a, b, \ldots$ de l'équation différentielle sont des sous-groupes du groupe de transformations G considéré par M. Picard.*

» *Ce groupe G est le plus petit groupe algébrique contenant le groupe de monodromie et les groupes $g_a, g_b, \ldots$.* Sans se servir de la considération des groupes g, M. Klein a démontré ce théorème dans le cas particulier où tous les points singuliers de l'équation sont réguliers.

» IV. Un exemple éclaircira ce qui précède. Supposons que l'équation admette au voisinage de a un système fondamental de la forme

$$y_1 = e^{P_1\left(\frac{1}{x-a}\right)}(x-a)^{r_1}\varphi_1, \qquad \ldots, \qquad y_n = e^{P_n\left(\frac{1}{x-a}\right)}(x-a)^{r_n}\varphi_n,$$

où les P sont des polynomes et les φ des fonctions *holomorphes*, différentes de zéro en a. Le groupe g_a est ici le groupe à n paramètres

$$Y_1 = a_1 y_1, \qquad \ldots, \qquad Y_n = a_n y_n,$$

ou un de ses sous-groupes. Les invariants différentiels

$$\frac{y'_1}{y_1} = P'_1\left(\frac{1}{x-a}\right) + \frac{r_1}{x-a} + \ldots; \qquad \ldots; \qquad \frac{y'_n}{y_n} = P'_n\left(\frac{1}{x-a}\right) + \frac{r_n}{x-a} + \ldots$$

déterminent complètement la forme analytique des intégrales au voisinage du point a.

» Je demanderai à l'Académie la permission d'indiquer dans une prochaine Note comment on peut étendre ces considérations aux équations aux dérivées partielles du premier ordre. »

MÉCANIQUE. — *Sur les singularités des équations de la Dynamique et sur le problème des trois corps.* Note de M. **P. Painlevé**, présentée par M. Poincaré.

« Je considère un système matériel S dont la position est définie par n paramètres réels $x_1, \ldots, x_n$. Je suppose que la force vive du système $2T = \Sigma A_{ij}(x_1, \ldots, x_n) x'_i x'_j$ a son discriminant différent de zéro pour toute position de S, et que les coefficients A_{ij} de T, ainsi que les coefficients X_i du travail virtuel $\Sigma X_i(x_1, \ldots, x_n)\,\delta x_i$ des forces données, sont des fonctions de $x_1, \ldots, x_n$ à un nombre fini de branches, holomorphes pour toute position de S, sauf pour certaines positions exceptionnelles que j'appelle *singulières*. Encore réserverai-je ce nom aux positions qui demeurent singulières de quelque façon qu'on choisisse les paramètres $x_1, \ldots, x_n$. Ces positions singulières seront définies par certains systèmes de relations tels que $\varphi_k(x_1, \ldots, x_n) = 0$, $(k = 1, 2, \ldots, l)$, où les φ_k sont, par hypothèse, des fonctions uniformes et holomorphes de $x_1, \ldots, x_n$ (pour les positions réelles de S) : il est loisible de remplacer ces relations par une condition unique

$$F(x_1, \ldots, x_n) = 0,$$

où F désigne le produit de toutes les expressions telles que

$$\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \ldots + \varphi_l^2.$$

Enfin, MK^2 désignera le moment d'inertie de S par rapport à l'origine.

» Dans une Note antérieure (*Comptes rendus,* 26 octobre 1896), j'ai donné des exemples très simples où S (partant pour $t = 0$ de conditions initiales régulières) ne tend vers aucune position limite (à distance finie ou infinie) quand t tend vers un certain instant t_1. Quand il en est ainsi, soient $T(t)$, $K(t)$, $F(t)$ les valeurs des quantités positives T, K, F l'instant t, et soit $\rho(t)$ la plus petite des valeurs $\frac{1}{T}$, $\frac{1}{K}$, F ; je montre que $\rho(t)$ tend vers zéro quand t tend vers t_1. Autrement dit, on peut énoncer ce théorème :

» Théorème I. — *Quand t tend vers t_1, ou bien* S *tend vers une position déterminée à distance finie avec des vitesses finies et déterminées; ou bien le minimum* $\rho(t)$ *des quantités* $\frac{1}{T}$, $\frac{1}{K}$, F *tend vers zéro.*

» Corollaires. — Si les forces dérivent d'un potentiel $U(x_1, \ldots, x_n)$, qui soit une fonction de $x_1, \ldots, x_n$ à un nombre fini de branches, le théo-

rème I subsiste quand on désigne par $\rho(t)$ le minimum de $\frac{1}{K}$, F. Si, de plus, $\frac{U}{K^2}$ reste inférieur à un nombre fini pour les grandes valeurs de K^2, le théorème subsiste quand on remplace $\rho(t)$ par $F(t)$. Si, enfin, ces dernières conditions étant remplies, les positions singulières de S sont *isolées*, S tend nécessairement vers une position limite quand t tend vers t_1.

» *Ces propositions entraînent d'importantes conséquences pour les systèmes* S *qui ne présentent pas de positions singulières et qui satisfont, en outre, à une des trois conditions suivantes :*

» 1° Les forces dérivent d'un potentiel $U(x_1, \ldots, x_n)$ à un nombre fini de branches, et $\frac{U}{K^2}$ reste inférieur à un nombre fini α pour toute position de S;

» 2° Les forces ne dérivent pas d'un potentiel, mais les $|A_{ij}|$, $|X_i|$ restent inférieurs à une quantité α pour toute position de S;

» 3° La force vive est de la forme $\Sigma x_i'^2$, et les forces X_i sont telles que les $\frac{|X_i|}{K}$ restent inférieurs à une quantité α, pour toute position de S.

» *Dans ces trois cas, le mouvement se poursuit régulièrement, si grand que soit* t, *et les* $x_i(t)$ *se laissent développer en séries de polynomes*

$$(a) \qquad x_i(t) = \Sigma P_l^{(i)}(t, x_1^0, \ldots, x_n^0, x_1'^0, \ldots, x_n'^0)$$

convergentes pour t quelconque, dont les termes successifs se calculent en fonction des $x_i^0, \ldots, x_i'^0, \ldots$ à l'aide de simples différentiations, et qui jouissent (au point de vue de la convergence, de la dérivation, etc.) des propriétés d'une série de Taylor.

» Ce n'est là d'ailleurs qu'un des modes de développement qu'on peut adopter. En particulier, *admettons qu'il n'existe pas de positions singulières de* S *et que la fonction des forces* $U(x_1, \ldots, x_n)$ *reste inférieure, ainsi que les* $|A_{ij}|$, $\left|\frac{\partial U}{\partial x_i}\right|$, *à une quantité* α : à chaque valeur de la constante des forces vives h correspond une quantité λ telle que, en posant $\tau = \frac{1 - e^{\lambda t}}{1 - e^{-\lambda t}}$, les $x_i(t)$ se laissent développer (pour t quelconque) *sous forme de série entière en* τ :

$$(b) \qquad \begin{cases} x_i(t) = x_i^0 + c_1^{(i)}(\ldots, x_i^0, \ldots, x_i'^0, \ldots)\tau \\ \qquad\qquad + c_2^{(i)}(\ldots, x_i^0, \ldots, x_i'^0, \ldots)\tau^2 + \ldots. \end{cases}$$

Cette dernière catégorie comprend tous les problèmes intéressant *le corps solide fixé par un de ses points*.

» *Le problème des n corps* ne rentre dans aucune des trois catégories énumérées; appliqué à ce problème, le théorème I conduit à la proposition suivante :

» *Quand t croît à partir de $t = 0$, ou bien les n corps occupent à chaque instant t des positions déterminées et distinctes (à distance finie), avec des vitesses déterminées et finies;*

» *Ou bien, quand t tend vers t_1, deux au moins des n corps $M_1, \ldots, M_n$ tendent vers le même point déterminé de l'espace; il y a choc à l'instant t_1;*

» *Ou bien, quand t tend vers t_1,* QUATRE AU MOINS *des n corps, soient $M_1, \ldots, M_\nu$ ($\nu \geqq 4$), ne tendent vers aucune position limite à distance finie; le minimum $\rho(t)$ des distances mutuelles r_{ij} des ν points $M_1, \ldots, M_\nu$ tend alors vers zéro avec $(t - t_1)$, sans qu'aucune des quantités r_{ij} tende constamment vers zéro.*

» D'après cela, trois hypothèses sont possibles suivant les conditions initiales :

» Ou bien les distances mutuelles $r_{ij}(t)$ des n corps restent supérieures à une quantité positive α, quel que soit t; les $x_i(t)$ se laissent alors développer sous la forme (b);

» Ou bien la limite inférieure $\eta(t)$ des r_{ij} entre 0 et t tend vers zéro quand t croît indéfiniment sans s'annuler jamais; les $x_i(t)$ se laissent développer sous la forme (a);

» Ou bien $\eta(t)$ tend vers zéro quand t tend vers t_1; les $x_i(t)$ se laissent développer sous la forme (a) pour $t < t_1$, mais ne peuvent être calculés au delà.

» *Quand n est égal à 3, la dernière circonstance ne se présente que si deux au moins des trois corps se choquent à l'instant t_1 en un point déterminé de l'espace.*

» *Le problème des trois corps se laisse donc intégrer à l'aide des séries (a), si l'on excepte les conditions initiales pour lesquelles deux des points se choquent au bout d'un temps fini t_1, en un point déterminé de l'espace.* L'étude des trajectoires réelles qui correspondent aux conditions singulières

$$x_1 = x_2 = x^0, \qquad y_1 = y_2 = y^0, \qquad z_1 = z_2 = z^0$$

me donne lieu de penser que les conditions initiales pour lesquelles il y a choc satisfont *à deux relations analytiques distinctes*. Mais c'est là un point dont je n'ai pas encore achevé l'étude. »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Appell.

« Lorsqu'un corps solide est mobile sans forces accélératrices dans un liquide indéfini, son mouvement est déterminé par un système d'équations différentielles, de nature assez compliquée, dont on connaît cependant trois cas d'intégration.

» L'un d'eux a été signalé d'abord par Kirchhoff et les conditions qu'il exige ont été présentées par Clebsch sous une forme un peu plus générale. Ce cas, étudié complètement par Halphen, est le sujet d'un des Chapitres de son *Traité des fonctions elliptiques* (t. II, Chap. IV).

» Deux autres cas ont été indiqués par Clebsch et plusieurs géomètres, Thomson et Tait, H. Weber, plus récemment M. Kötter, s'en sont occupés de diverses façons.

» Je me suis proposé d'appliquer à l'étude générale de la question les principes d'une méthode qui m'avait réussi dans un problème de Mécanique soumis à des équations assez différentes. Voici comment s'offraient les recherches analytiques dont il s'agit et quels sont les résultats obtenus.

» Il y a six inconnues x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3, fonctions d'une même variable t. Le système différentiel dont elles dépendent est formé de six équations, qui se déduisent par symétrie des deux suivantes :

$$(1)\quad \frac{dx_1}{dt} = x_3\frac{\partial T}{\partial y_2} - x_2\frac{\partial T}{\partial y_3}, \qquad \frac{dy_1}{dt} = x_3\frac{\partial T}{\partial x_2} - x_2\frac{\partial T}{\partial x_3} + y_3\frac{\partial T}{\partial y_2} - y_2\frac{\partial T}{\partial y_3}.$$

» J'ai représenté par T une forme quadratique, définie et positive, contenant les six inconnues x_1, x_2, ..., y_3. On y peut distinguer trois parties, T_1, $2T_2$, T_3, dont elle est la somme, T_1, T_3 désignant des formes quadratiques, la première indépendante des trois variables y, la seconde des trois x, $2T_2$ une forme bilinéaire où entrent à la fois les six variables. Une substitution linéaire permet de réduire T_3 à ses trois carrés sans rien changer aux équations différentielles.

» J'imagine cette substitution faite et, pour éviter une discussion sans intérêt véritable, je suppose, en outre, les coefficients des carrés différents de zéro, en sorte que

$$T_3 = A_1 y_1^2 + A_2 y_2^2 + A_3 y_3^2, \qquad A_1, A_2, A_3 > 0.$$

» Soit encore

$$T_2 = \Sigma a_{i,k} x_i y_k, \qquad T_1 = a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 + \ldots + 2 b_1 x_2 x_3 + \ldots.$$

» On sait que, dans tous les cas, le système (1) admet trois intégrales entières,

$$(2) \qquad T = \text{const.}, \qquad \Sigma x_i y_i = \text{const.}, \qquad \Sigma x_i^2 = \text{const.};$$

de plus, le multiplicateur de ce système est une constante. L'intégration s'achève donc, si l'on sait trouver une quatrième intégrale R, indépendante de t.

» Afin que celle-ci puisse être algébrique, il est d'abord nécessaire que l'une ou l'une des conditions suivantes soit remplie :

» (a). Les coefficients A_1, A_2, A_3 étant inégaux, tous les termes de T_2 s'évanouissent et

$$A_2 A_3 (a_1 - a_2) + A_3 A_1 (a_2 - a_3) + A_1 A_2 (a_3 - a_1) = 0.$$

» Ces relations sont aussi suffisantes, car il existe alors une intégrale quadratique; c'est l'un des théorèmes trouvés par Clebsch; seule, la nécessité des conditions n'était pas établie.

» (b). Deux des coefficients de T_3 sont égaux, par exemple $A_2 = A_3$.

» L'intégrale cherchée, lorsqu'elle existe, peut toujours être supposée entière; mais deux hypothèses sont admissibles et je suis obligé de leur consacrer deux discussions séparées.

» 1° Il arrive que les deux identités

$$(3) \qquad a_{2,1}^2 - a_{3,1}^2 - A_1 (a_2 - a_3) = 0, \qquad a_{2,1} a_{3,1} - A_1 b_1 = 0$$

soient vérifiées. L'existence d'une quatrième intégrale R, fonction algébrique des inconnues, exige encore qu'il soit satisfait à ces conditions

$$(4) \qquad a_{2,2} - a_{3,3} = 0, \qquad a_{2,3} + a_{3,2} = 0,$$

et à celles-ci

$$(5) \qquad a_{2,1} A_2 + a_{1,2} A_1 = 0, \qquad a_{3,1} A_3 + a_{1,3} A_1 = 0.$$

» Lorsqu'il en est ainsi, l'intégrale existe effectivement; c'est un polynome entier, indécomposable, dont il est inutile de supposer le degré supérieur à six. Ce cas comprend celui de Clebsch et Halphen, mais il est d'une généralité beaucoup plus grande.

» Le calcul de l'intégrale résulterait en principe d'une théorie très simple; en fait, le nombre des termes, qu'il faut déduire les uns des autres,

est si grand que ce calcul direct est impraticable. Je ne suis pas encore en mesure d'y substituer des procédés plus rapides, permettant de réunir tous les résultats sous une représentation commode.

» 2° Les identités (3) ne sont pas vérifiées; en ce cas, on doit toujours supposer les égalités (4) et de plus la suivante :

$$(6)\qquad \frac{(a_{2,1}A_2 + A_1 a_{1,2})^2 - (a_{3,1}A_2 + A_1 a_{1,3})^2}{a_{2,1}^2 - a_{3,1}^2 - A_1(a_2 - a_3)} = \frac{(a_{2,1}A_2 + A_1 a_{1,2})(a_{3,1}A_2 + A_1 a_{1,3})}{a_{2,1}a_{3,1} - A_1 b_1},$$

$A_1^2\beta^2$ étant la valeur commune des deux membres de la relation précédente, α le rapport $\frac{A_2}{A_1}$, je pose

$$(7)\qquad \alpha + 2\beta = -2N, \qquad \alpha - 2\beta = 2N' - 1.$$

» Cela fait, il est nécessaire, ou bien que N et N' soient des nombres entiers, positifs, différents de zéro, le second plus grand que le premier et, puisque α est positif, β doit être négatif; ou bien que 2β et α soient entiers tous deux, de parité opposée, le dernier compris entre $-\alpha$ et $+\alpha$.

» Cet ensemble de conditions, indispensable pour l'existence d'une quatrième intégrale algébrique, est aussi suffisant.

» La recherche effective de cette intégrale présente d'ordinaire les mêmes difficultés que dans la première hypothèse et, de plus, le degré du polynome qu'il s'agit d'obtenir peut, si N et N' ne sont pas donnés, surpasser un nombre entier quelconque.

» Cependant, il y a des hypothèses particulières qui conduisent à des résultats simples; ainsi, le troisième cas, indiqué par Clebsch et dans lequel l'intégrale qui manquait s'abaisse au second degré, se trouve compris parmi les derniers mentionnés; il faut supposer que β et $\alpha - 1$ s'évanouissent. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la répartition des déformations dans les métaux soumis à des efforts*. Note de M. **Georges Charpy**. (Extrait.)

« Dans les conclusions de sa Note du 26 octobre 1896, M. Hartmann reconnaît l'existence de deux groupes de déformations visibles à la surface des métaux déformés : les unes, qu'il appelle *régulières* et qu'il a plus particulièrement considérées dans ses publications antérieures ; les autres,

réparties d'après la texture microscopique, sur lesquelles j'ai attiré l'attention dans ma Note du 27 juillet 1896, et que M. Hartmann déclare avoir envisagées également.... L'existence de ce second groupe de déformations montre l'importance de l'étude micrographique des métaux au point de vue de la répartition des déformations.

» Les nouvelles conclusions de M. Hartmann soulèvent quelques questions qui me semblent directement accessibles à l'expérience. Ce sont les suivantes :

» 1° Les déformations du premier groupe (ou régulières) sont-elles indépendantes de la texture du métal ? M. Hartmann l'a affirmé ; l'observation attentive de ces lignes m'a toujours montré le contraire : leur régularité géométrique n'est qu'une allure générale ; elles sont, en réalité, formées de sinuosités qui contournent les constituants microscopiques ; elles sont tout à fait comparables, à ce point de vue, aux fractures obtenues par compression dans les roches, dont la forme générale est plane (dans un parallélépipède), mais qui ne traversent pas cependant les minéraux constituants.

» 2° La texture microscopique est-elle déterminée par les déformations préexistantes ? C'est l'opinion de M. Hartmann ; et, pour justifier cette conception, il admet que les déformations subies par un métal sont *irréductibles* par le recuit. Je ferai remarquer cependant qu'il disait dans son premier Mémoire : « Notons enfin qu'un métal écroui revient à l'état » naturel quand il est convenablement recuit. » (*Revue d'Artillerie*, p. 391 ; 1896). Il faut tenir compte, en outre, des faits suivants, faciles à vérifier expérimentalement : la texture microscopique, et les déformations du second groupe qui n'en sont que le reflet, sont d'autant plus nettes et de dimensions plus grandes que le métal a été mieux recuit, c'est-à-dire que les déformations préexistantes ont plus de chances d'avoir disparu ; en outre, pour un même métal, recuit, la texture est la même quel que soit le travail subi antérieurement, et, pour des métaux différents soumis à des traitements identiques, on obtient après recuit des structures totalement différentes. La texture des métaux recuits, qui n'est nullement formée, en général, de « polygones accolés plus ou moins régulièrement distribués », a toujours été considérée par tous les micrographes comme l'indice d'un phénomène de cristallisation ; les déformations du second groupe mettent en évidence l'état cristallin du métal et se localisent d'après les lois de la cristallisation.

» 3° Y a-t-il une différence entre les métaux simples et les métaux

composés? Dans ses dernières Notes, M. Hartmann reconnaît l'influence des constituants hétérogènes, dans les métaux composés; il ne donne d'ailleurs qu'un exemple de métal simple, le cuivre. Dans mes essais, j'ai toujours observé des résultats de même nature avec les métaux usuels, bronzes, laitons, aciers, et avec le cuivre rouge; il est vrai que ce dernier métal n'est *simple* ni au point de vue chimique, puisqu'il contient toujours quelques millièmes d'impuretés, dont tout le monde connaît l'influence sur ses propriétés, ni au point de vue physique, puisqu'il est formé de cristaux différemment orientés et accolés suivant différentes faces, facilement mis en évidence par une attaque à l'ammoniaque. Les seuls métaux qui aient une structure à peu près homogène, et qui sont, d'après M. H. Le Chatelier, les mélanges entectiques et les alliages définis, ont des propriétés mécaniques comparables à celles des verres; ils se brisent sans déformations permanentes et ne peuvent servir à des études de ce genre.

» Enfin, je ferai remarquer que les conclusions de mes précédentes Notes ne sont pas seulement applicables à « des corps composés, considérés très près de la limite élastique », puisque je n'ai fait que généraliser et rattacher aux études micrographiques des faits observés avant moi par M. le commandant Pralon, sur des éprouvettes de laiton et de *cuivre rouge* examinées *après rupture*. »

PHYSIQUE. — *Décharges par les rayons de Röntgen; influence de la pression et de la température*. Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Mascart.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 351) que des rayons de Röntgen traversant un gaz en repos créent en chaque point des quantités égales d'électricités positive et négative, quantités capables de se mouvoir sous l'action d'un champ électrique et, par conséquent, de détruire les charges terminales des tubes de force où elles sont contenues. J'ai montré que la quantité d'électricité neutre ainsi dissociée par les rayons est mesurable, qu'elle varie comme l'inverse du carré de la distance à la source et peut donc être considérée comme proportionnelle en chaque point à l'intensité du rayonnement.

» Je vais résumer aujourd'hui quelques expériences faites en vue de trouver comment les variations de pression et de température influent sur cette dissociation.

» J'ai employé le dispositif que j'ai déjà décrit, faisant passer entre les armatures

d'un condensateur plan, *et sans les toucher*, un pinceau de rayons. Le condensateur est contenu dans une enceinte où l'on peut faire varier la pression. Une des armatures est liée à l'aiguille d'un électromètre, en sorte qu'on peut mesurer la quantité d'électricité qu'elle perd sous l'influence des rayons. J'ai naturellement, et pour toute pression, établi entre les armatures une différence de potentiel assez grande pour qu'un accroissement dans cette différence reste sans influence sur le débit : on se trouve alors dans les conditions où ce débit mesure la quantité d'électricité neutre dissociée entre les armatures.

» J'ai constaté, la température restant fixe et dans un intervalle où les pressions extrêmes sont mesurées par des hauteurs de 7^{cm} et de 116^{cm} de mercure, que la quantité d'électricité débitée dans le condensateur est proportionnelle à la pression (¹). Or, en chaque point, la masse spécifique du gaz est proportionnelle à la pression. Il en résulte que, à température constante et pour un même gaz, *la quantité d'electricité dissociée par unité de masse est indépendante de la pression.*

» Je me suis servi du même appareil pour étudier l'influence des variations de température, à pression constante. Il suffit pour cela de placer dans une étuve la caisse métallique contenant le condensateur.

» Je constatai d'abord, grossièrement, que les variations de température n'influaient pas sur le débit. Ceci me permit d'utiliser une méthode de zéro que j'ai déjà décrite, et qui élimine l'influence des variations d'intensité de la source.

» Cette méthode consiste à placer au delà du premier condensateur, et dans une enceinte à température fixe, un deuxième condensateur plan que les rayons traversent après leur sortie du premier. Les deux condensateurs s'opposent sur un même électromètre, la plaque liée à l'aiguille débitant de l'électricité positive pour l'un des condensateurs et de l'électricité négative pour l'autre. On peut ainsi établir l'équilibre pour une certaine température, puis, faisant varier la température du premier condensateur, voir si l'équilibre subsiste. Cette température a varié dans mes expériences entre -12°

(¹) Dans une Note, parue aux *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 926, MM. Benoît et Hurmuzescu ont dit que la vitesse de décharge est proportionnelle à la racine carrée de la pression. En réalité, ils n'ont pas étudié le même phénomène. Outre l'action que les rayons exercent sur le gaz, ils ont eu affaire à l'action que les rayons exercent sur une surface métallique chargée, *et rencontrée par les rayons*. Action indiscutable, puisque, ainsi que ces physiciens l'ont démontré, la rapidité de la décharge varie avec la nature du métal rencontré. J'ai eu soin de ne faire intervenir cette action dans aucune des expériences que j'ai décrites.

et $+145^{o}$, c'est-à-dire, comptant en températures absolues, entre 261° et 418°, sans que j'aie constaté de variation appréciable. Or, en chaque point du condensateur à température variable, la masse spécifique est inversement proportionnelle à la température absolue. Donc, puisque le débit reste fixe, la quantité d'électricité dissociée par unité de masse est nécessairement proportionnelle à la température absolue.

» En résumé, pour un même gaz, pour un même rayonnement et en un même point, *la quantité d'électricité dissociée par unité de masse est indépendante de la pression et proportionnelle à la température absolue.*

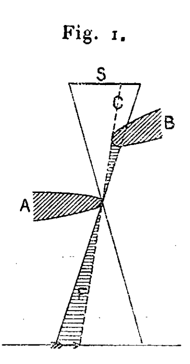
» Il peut n'être pas sans intérêt de se rappeler que, suivant la théorie cinétique des gaz, l'énergie possédée par une molécule est, elle aussi, indépendante de la pression et proportionnelle à la température absolue.

» On énoncerait donc dans cette théorie les lois expérimentales qui précèdent en disant que, pour chaque gaz, le nombre de molécules dissociées est proportionnel au nombre des molécules rencontrées, quel que soit leur écartement, et proportionnel à leur énergie moyenne. »

OPTIQUE. — *Illusions qui accompagnent la formation des pénombres. Applications aux rayons* X. Note de M. **G. Sagnac**, présentée par M. Lippmann [1].

« Si, entre un objet opaque A et une *source rayonnante* S, *de diamètre apparent sensible* (*fig.* 1), on introduit progressivement un deuxième objet opaque B, l'ombre de A semble comme attirée vers l'ombre de B.

Fig. 1.



» La raison de cet effet est que l'introduction de B dans le faisceau C

[1] Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

qui définit la pénombre du bord de A tourné vers B, supprime l'éclairement d'une étendue croissante F de cette pénombre. On doit donc voir l'ombre de A s'étendre dans la région F vers l'ombre de B. En même temps, la diminution d'étendue F de la pénombre au profit de l'ombre accroît la netteté des contours de la silhouette dans ses parties déformées.

» Quand l'intensité du rayonnement augmente, les pénombres tendent à disparaître à la vue de l'observateur et les apparences deviennent encore plus frappantes. Il en est de même pour les photographies des ombres quand l'intensité de la source ou la durée de pose augmentent. Aussi est-il intéressant de photographier les effets d'ombres produits à l'intérieur d'une chambre noire dont l'objectif est remplacé par un diaphragme convenable qui reçoit de la lumière diffuse.

» Sur le verre dépoli de la chambre noire ou sur les photographies, on peut voir des *déformations* inattendues de l'ombre de l'objet A au voisinage de l'ombre de l'objet antérieur B.

» L'ombre d'une tige A, en pénétrant *obliquement* dans la pénombre de B, apparaît *déviée* comme par une sorte de réfraction. Si B est un système de fentes ou de tiges, l'ombre de A peut avoir l'apparence d'une *torsade*.

» Si A est aussi un système de fentes ou de tiges, l'ombre de A est un système de torsades, etc.

» Soit le cas où B est vu de A sous un angle inférieur au diamètre apparent de la source S. Pour les parties de A situées assez près du milieu de la pénombre de B, la source S peut se trouver limitée par B à deux régions séparées donnant *deux ombres distinctes de* A.

» On voit maintenant les origines des apparences suivantes, dont on établirait aisément une théorie détaillée :

» Dans la pénombre d'un anneau, l'ombre d'une tige pénètre en s'incurvant, ou en se dédoublant en deux ombres séparées. A l'intérieur de l'anneau, l'ombre d'une tige ne prolonge pas l'ombre extérieure, la tige centrale exceptée.

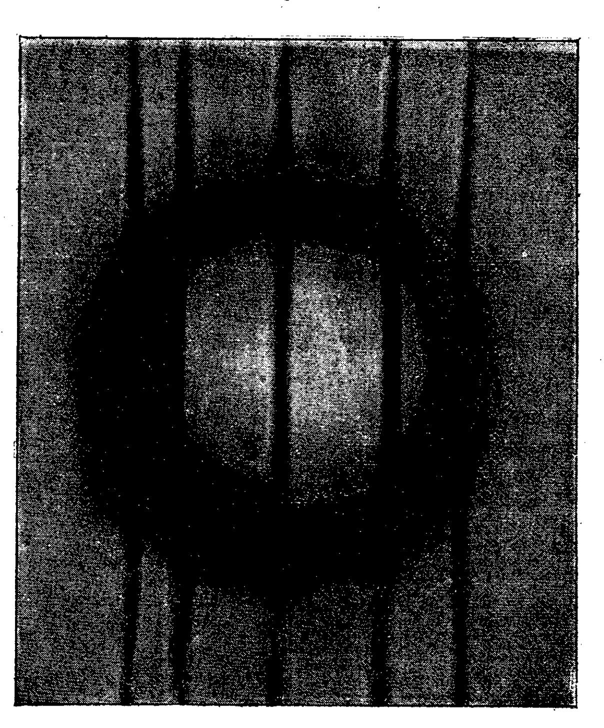
» Ces apparences peuvent s'observer sur la *fig.* 2, reproduction d'une *photographie faite à la lumière du jour*. M. Mauritius [1] a obtenu des effets du même genre *avec un tube de Crookes* en forme de poire, peu ou point diaphragmé, et les a regardés comme liés à de nouvelles propriétés des rayons X.

---

[1] MAURITIUS, *Wiedemann's Annalen*, septembre 1896, p. 346.

» Soit un disque opaque B (*fig.* 3), dont la pénombre reçoit de la source S des rayons tels que SA. *Tous* ces rayons, si S est plus étroite que B, et la plupart de ces rayons, si S n'est pas beaucoup plus large

Fig. 2.



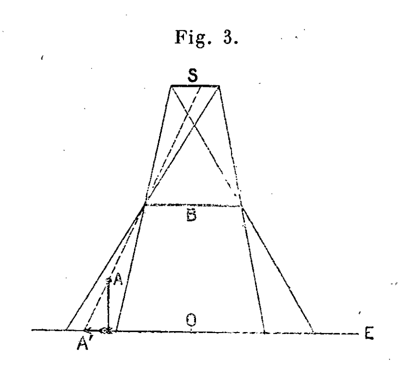
que B, ont sur l'écran E des projections dirigées du centre O de l'ombre du disque vers les bords. Une tige opaque A, normale à l'écran ou à la plaque photographique E donnera donc une ombre A′ dirigée suivant OA′ comme si A était éclairé par une source placée entre l'écran E et le disque B. Si, à la surface éclairante S est associé un centre d'émission relativement intense, l'ombre nette de B que donnerait ce centre est éclairée intérieurement par S dans une zone où l'intensité décroît des bords au centre et qui jouit de la propriété signalée. On peut expliquer ainsi les apparences des photographies obtenues avec les rayons X par MM. E. Villari [1] et Abel Buguet [2].

---

(1) E. Villari, *Comptes rendus* du 31 août 1896, p. 420.
(2) Abel Buguet, *Comptes rendus* du 2 novembre 1896, p. 689.

» Observons, dans la pénombre d'un bord rectiligne parallèle à une fente éclairante, la limite qui sépare la pénombre d'éclairement continûment croissant de la région uniformément éclairée par la pleine lumière. L'impression rétinienne ou photographique y présente dans une bande étroite des variations qui, si le bord rectiligne est remplacé par une

Fig. 3.



seconde fente, produisent, par exemple, deux maxima séparés par un minimum de l'intensité apparente. MM. L. Calmette et G.-T. Thuillier [1] et M. Fomm [2] qui ont obtenu des apparences de ce genre avec un tube de Crookes, les ont regardées comme des franges de diffraction des rayons X et en ont déduit, pour ces rayons, des longueurs d'onde d'ailleurs extrêmement différentes.

» *D'une manière générale,* on ne saurait tirer aucune conclusion des particularités que peuvent présenter des ombres, sans tenir compte à la fois :

» 1° De l'étendue, de la forme de la source S et de l'éclat relatif de ses différents points;

» 2° Des formes et des positions des corps opaques B, placés entre S et A aussi bien que du corps A lui-même;

» 3° Des propriétés photométriques de la rétine ou de la plaque photographique.

» Il est nécessaire, en particulier, de comparer avec soin les ombres de Röntgen avec les ombres produites par une source lumineuse comparable pour son étendue, sa forme et l'éclat de ses différents points à la source souvent complexe des rayons X.

---

(1) L. Calmette et G.-T. Thuillier, *Comptes rendus* du 20 avril 1896, p. 877.

(2) L. Fomm, *Wiedemann's Annalen*, septembre 1896, p. 350.

» Jusqu'à présent, le seul résultat net d'une telle comparaison est que la diffraction ne s'est jamais manifestée pour les rayons X, dont la propagation rectiligne s'est montrée de plus en plus parfaite à mesure qu'a augmenté la précision des expériences (¹). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de quelques composés hydrogénés sur le chlorure de thionyle.* Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

« J'ai décrit précédemment (*Comptes rendus*, 10 février 1896) la préparation du chlorobromure et du bromure de thionyle, $SOClBr$ et $SOBr^2$, par réaction du gaz bromhydrique sec sur le chlorure de thionyle à l'ébullition.

» On peut remplacer dans cette réaction le gaz bromhydrique, comme agent bromurant, par le bromure d'aluminium; celui-ci semble se dissoudre dans $SOCl^2$ avec grand dégagement de chaleur, si bien qu'il est nécessaire de refroidir, surtout au début de la réaction, et de faire l'addition de Al^2Br^6 par petites portions. Si on laisse ensuite refroidir, le liquide laisse déposer des cristaux, formés de combinaisons de Al^2Cl^6 (produit par double décomposition) et Al^2Br^6 avec $SOCl^2$ excédant et ses dérivés bromés, combinaisons analogues à celles obtenues avec Al^2Cl^6 et $SOCl^2$ par M. G. Perrier. On distille au bain-marie dans le vide et recueille tout ce qui passe au bain d'eau bouillante (à température plus élevée on ne recueille presque exclusivement que du bromure de soufre); le chlorure d'aluminium reste dans le récipient. Le produit distillé, fractionné sous pression réduite, fournira les dérivés bromés cherchés avec un résidu de bromure de soufre. Les rendements fournis par cette préparation sont beaucoup moindres que ceux qui correspondent à l'emploi de HBr et ne peuvent devenir avantageux qu'en évitant toute élévation de température pendant la préparation.

(¹) Rappelons les résultats acquis à ce sujet :

1° M. J. Perrin a montré que les longueurs d'onde possibles des rayons X, doivent être notablement inférieures à la longueur d'onde de la lumière verte (*Comptes rendus* du 27 janvier 1896, p. 186).

2° Nous avons ensuite établi que ces longueurs d'onde possibles sont inférieures à la dixième partie, au plus, de la longueur d'onde du vert (*Comptes rendus* du 31 mars 1896, p. 783).

3° Enfin, après l'invention des tubes focus, M. Gouy a établi que *les rayons* X *ne peuvent avoir que des longueurs d'onde de beaucoup inférieures à la centième partie de la longueur d'onde du vert* (*Comptes rendus* du 6 juillet 1896, p. 43).

» J'ai dit, dans une précédente Communication, que ni le chlorobromure, ni le bromure de thionyle ne se solidifiaient dans un bain de chlorure de méthyle bouillant à la pression ordinaire. J'ai repris ces essais avec le bromure $SOBr^2$: celui-ci ne se solidifie pas au sein d'un bain de chlorure de méthyle, dont la vaporisation est activée par un rapide courant d'air, malgré agitation destinée à vaincre la surfusion, le thermomètre plongé dans le liquide à solidifier accusant —52°; cependant, dans un mélange d'acide carbonique solide et d'éther, la solidification est immédiate et, pendant tout le temps de la solidification et de la fusion, le thermomètre accuse —50°.

» L'acide iodhydrique sec réagit énergiquement sur le chlorure de thionyle plongé dans un mélange réfrigérant de glace et de sel; il y a mise en liberté d'iode et dégagement d'HCl et SO^2, sans que rien permette de présumer la mise en liberté préalable du thionyle SO et le magma d'iode formé laisse à la sublimation un résidu de soufre. La réaction peut se formuler de la façon suivante :

$$2SOCl^2 + 4HI = 4HCl + 4I + SO^2 + S.$$

» Cette façon de se comporter de l'acide iodhydrique permet d'expliquer pourquoi, si l'on décompose par l'eau du chlorure de thionyle renfermant de l'iode en dissolution, il y a mise en liberté de soufre, tandis que la même opération, faite avec du chlorure souillé de brome, donne une liqueur limpide. Dans l'un et l'autre cas, il y a formation d'hydracide par suite des réactions successives

$$SOCl^2 + H^2O = 2HCl + SO^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} SO^2 + 2H^2O + 2I = SO^4H^2 + 2HI, \\ SO^2 + 2H^2O + 2Br = SO^4H^2 + 2HBr; \end{array} \right.$$

mais, dans le premier cas, HI réagit à froid comme nous venons de le voir sur $SOCl^2$ en excès, avec mise en liberté de soufre, tandis que HBr ne réagirait sur $SOCl^2$ qu'à chaud.

» L'hydrogène sulfuré sec réagit déjà lentement sur $SOCl^2$ à la température d'un mélange réfrigérant de glace et de sel : le liquide jaunit peu à peu et laisse déposer du soufre en même temps qu'il se dégage SO^2 et HCl, d'où l'équation : $2SOCl^2 + 2H^2S = 4HCl + SO^2 + 3S$. On constate, de plus, la formation déjà à froid d'une petite quantité de chlorure de soufre, en vertu de la réaction : $2SOCl^2 + H^2S = S^2Cl^2 + SO^2 + 2HCl$. Si la température s'élève, c'est cette dernière réaction qui deviendra dominante.

» Le phosphure gazeux d'hydrogène réagit à la température ordinaire sur $SOCl^2$ avec dégagement d'acide chlorhydrique; en même temps on

constate au voisinage du point d'arrivée du gaz la formation d'un léger enduit jaune rougeâtre, semblable à celui qui se forme en bien plus grande abondance dans la réaction correspondante du chlorure de sulfuryle et que j'ai démontré être un mélange de phosphore et de sulfure P^4S^3.

» Quant au liquide, si l'on prolonge suffisamment l'expérience, il se divise en deux couches :

» La couche supérieure limpide laisse passer à la distillation sous pression réduite d'abord l'excès de chlorure de thionyle, puis du chlorure de phosphoryle $POCl^3$ et enfin du chlorure de thiophosphoryle $PSCl^3$, et, lorsque la distillation cesse à 100° dans le vide, il reste un liquide sirupeux légèrement opalin contenant du chlore, du soufre, du phosphore et de l'oxygène, mais auquel l'analyse centésimale ne permet pas d'assigner une composition définie; il se décompose sous l'action de la chaleur en donnant des produits complexes sur lesquels je ne puis pas insister ici.

» La couche inférieure, opaline, a l'aspect et la consistance du miel, et l'analyse y montre la présence du chlore, du soufre, du phosphore, de l'oxygène et de l'hydrogène, mais en proportions incompatibles avec l'hypothèse d'un produit défini; ce corps ne cristallise pas sous l'action du froid et se détruit sous l'action de la chaleur (²). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chromite neutre de magnésium cristallisé.* Note de **Em. Dufau**, présentée par M. H. Moissan.

« Les faits déjà connus et ceux que nous avons eu l'occasion de signaler, sur les chromites obtenus par voie sèche, permettent de classer ces composés parmi les sels subissant, par l'action d'une température progressivement croissante, des modifications graduelles dans la capacité de saturation de leur acide.

» M. Viard a montré que, par calcination du chromate de magnésium, on obtient au rouge naissant le chromite $2MgO\,Cr^2O^3$; au rouge sombre le produit déjà moins basique répond à la formule $3MgO\,2Cr^2O^3$; ces modifications se poursuivant graduellement à mesure que la température s'élève, le produit tend de plus en plus vers le chromite neutre

$$Cr^2O^3MgO\ (^1).$$

(¹) Travail effectué au laboratoire de Chimie de l'Université de Caen.

(²) Viard, *Bull. Soc. Chim.* (3), 5, p. 934; 1891.

C'est cette forme de combinaison qu'ont obtenue au rouge : Schweitzer [1] par calcination du chromate double de magnésium et de potassium et Gerber [2] en calcinant du bichromate de potassium avec du chlorure de magnésium ; ces produits sont amorphes. Ebelmen [3] a réussi à faire cristalliser ce chromite par dissolution des deux oxydes dans l'acide borique lentement volatilisé à la chaleur blanche.

» Il nous a paru intéressant de voir comment se comportait le sesquioxyde de chrome avec la magnésie à des températures encore plus élevées, en utilisant l'arc électrique comme agent calorifique.

» Ces expériences ont été faites dans le four électrique de M. Moissan : un mélange intime des deux oxydes, dans la proportion de 150^{gr} de sesquioxyde de chrome et de 40^{gr} de magnésie, était introduit directement dans la cavité préalablement garnie d'une couche de magnésie d'environ 2^{cm} d'épaisseur, afin d'isoler le mélange de la chaux du four.

» Après avoir chauffé pendant dix minutes avec un arc de 50 volts et 300 ampères, on a trouvé dans le four une masse cristalline d'un vert brun, en partie fondue, lentement attaquable par l'acide chlorhydrique concentré avec dégagement de chlore à chaud. Pour isoler les cristaux, il est préférable d'employer l'acide azotique que l'on fait agir à l'ébullition sur la masse grossièrement concassée; on continue ces traitements jusqu'à ce que l'acide ne dissolve plus rien. Comme dans les expériences précédemment décrites sur les chromites alcalino-terreux, le produit est souillé d'oxyde chromique cristallisé en lamelles que l'on parvient assez facilement à séparer par lévigations.

» Il reste alors une poudre cristalline, d'un vert foncé presque noir, dont l'examen microscopique montre les cristaux transparents, d'un vert clair, présentant des pointements octaédriques, sans action sur la lumière polarisée. La densité de ce composé est de 4,6 à 20°, sa dureté, supérieure à celle du quartz, sa poudre vert clair.

» Dans une seconde expérience, on a utilisé un arc plus puissant : 50 volts et 1000 ampères; dans ces conditions, on a obtenu une masse brune, entièrement fondue, très dure, à cassure cristalline et très difficilement attaquable par les acides; les cristaux, péniblement séparés de cette masse, étaient cristallisés en octaèdres et présentaient les autres caractères du produit précédemment obtenu.

» Pour en déterminer la composition, ce chromite, finement pulvérisé, a été attaqué par le mélange de nitrate et de carbonate de potassium en fusion ; la magnésie ainsi séparée, redissoute dans l'acide chlorhydrique étendu, est précipitée sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien, tandis que le chrome, passé à l'état de chromate de potassium, est précipité en liqueur acétique par l'azotate mercureux.

---

(1) SCHWEITZER, *J. prakt. Chem.*, 39, p. 259; 1846.
(2) GERBER, *Bull. Soc. Chim.* (2), p. 437; 1877.
(3) EBELMEN, *Comptes rendus*, t. XXV, p. 663; 1847.

» L'analyse attribue à ce composé la formule du chromite neutre, ainsi qu'il résulte des chiffres suivants :

	I.	II.	III.	Calculé pour Cr^2O^4Mg.
MgO..............	21,04	21,33	20,78	20,95
Cr^2O^3..............	78,90	78,28	79,00	79,05

» Le chromite neutre de magnésium présente des propriétés qui le distinguent des chromites alcalino-terreux obtenus dans les mêmes conditions : il est moins résistant à l'action des acides; c'est ainsi qu'il se laisse assez facilement attaquer par l'acide sulfurique; les acides chlorhydrique et fluorhydrique ordinaires agissent très lentement; il résiste à l'acide azotique bouillant. Le chlore, le brome et l'iode n'ont pas d'action marquée; il en est de même du soufre. Ce qui caractérise surtout ce chromite, c'est sa résistance à l'oxydation qu'il est assez difficile de provoquer, même dans l'oxygène au rouge où elle ne se produit que très lentement; rappelons, cependant, que la masse retirée du four renferme une certaine quantité de chromate de magnésium. Les oxydants, comme le chlorate ou le nitrate de potassium en fusion, n'agissent que très lentement.

» En résumé, aux températures élevées produites par l'arc électrique, le sesquioxyde de chrome se combine avec la magnésie, directement, sans intermédiaire, pour donner le chromite neutre Cr^2O^4Mg cristallisé en octaèdres; quelle que soit l'intensité de l'arc employé, on n'obtient rien de comparable à ce qui se passe pour le calcium $Cr^2O^3.4CaO$ [1] ou le baryum $4Cr^2O^3BaO$ [2], et c'est toujours la forme neutre qui prend naissance [3]. »

THERMOCHIMIE. — *Sels d'hexaméthylène-amine.*
Note de M. **Marcel Delépine.**

« Il m'a semblé qu'il pouvait y avoir quelque intérêt à préciser par les méthodes calorimétriques l'intensité de la fonction basique de l'hexaméthylène-amine. J'ai étudié à cet effet la chaleur de saturation de cette base par HCl, SO^4H^2, AzO^3H, $C^2H^4O^2$ et la chaleur de dissolution du chlorhydrate, des trois sulfates et des deux nitrates connus :

» *Chaleur de saturation.* — On a opéré suivant les méthodes habituelles avec

(1) H. Moissan, *Annales de Chimie et de Physique*, t. IV, 7e série, p. 142; 1895.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1125; 1896.
(3) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

1 molécule = 1^lit de base et l'acide de la même concentration. Les résultats sont les suivants, lorsqu'on ajoute successivement à $C^6H^{12}Az^4$:

	Cal		Cal
$\frac{1}{2}$ HCl..........	1,13	$\frac{1}{2}$ AzO^3H.........	1,15
HCl...........	2,13	AzO^3H..........	2,19
2HCl..........	2,32	$2AzO^3H$.........	2,37
$\frac{1}{4}$ SO^4H^2........	2,11	$\frac{1}{2}$ $C^2H^4O^2$.........	0,53
$\frac{1}{2}$ SO^4H^2.......	4,10	$C^2H^4O^2$..........	0,81
SO^4H^2.........	3,51	$2C^2H^4O^2$.........	1,06

» Ce Tableau montre que l'addition du deuxième $\frac{1}{2}$ équivalent d'acide nécessaire pour former le sel à 1 équivalent d'acide dégage moins de chaleur que le premier. On en conclut, inversement, que l'addition de 1 équivalent de base à 1 équivalent du sel neutre, dans l'état dissous, dégagerait pour

Le chlorhydrate	$2 \times 1,13 - 2,13 = 0,13$ (Cal)
Le nitrate..........................	$2 \times 1,15 - 2,19 = 0,11$
Le sulfate..........................	$2 \times 2,11 - 4,10 = 0,12$
L'acétate...........................	$2 \times 0,53 - 0,81 = 0,25$

» D'un autre côté, l'addition du deuxième équivalent d'acide pour la formation du sel biacide dégagerait pour

	Cal
Le chlorhydrate....................................	0,19
Le nitrate	0,18
L'acétate	0,25
Le sulfate	0,59

» Cet ensemble permet de conclure à l'existence d'un sel neutre dissous, légèrement dissocié; l'addition d'un excès de base, ou, ce qui a été l'expérience réelle, la saturation de la base par une quantité insuffisante d'acide, montre un léger excès thermique; de même, l'addition d'une nouvelle molécule d'acide produit le même effet, mais plus intense, ce qui répond, soit à la dissociation du sel neutre, diminuée par la présence d'un excès d'acide, soit à la formation d'un sel acide, lequel pourrait d'ailleurs répondre à une seconde fonction basique plus faible que la première.

» Pour l'acétate, les deux effets sont égaux, et leur plus grande valeur indique une plus grande dissociation; je n'ai pas pu préparer d'acétate neutre, conformément d'ailleurs à ce qui arrive avec les alcalis faibles, tels que l'aniline.

» Le sulfate présente, comme les sulfates acides minéraux, l'abaissement thermique habituel. Mais cet abaissement est moindre, ce qui concorde avec les idées ci-dessus.

» Dans ces expériences, on ne peut pas pousser plus loin l'addition d'acide, car déjà le deuxième équivalent décompose légèrement la base avec formation de sel ammoniacal et régénération d'aldéhyde formique, comme l'indique le réactif de Nessler.

» Il est inutile d'ajouter que l'addition d'un alcali fort, potasse ou soude, dans les sels ci-dessus, restitue intégralement la différence des chaleurs de saturation des bases.

» *Chaleurs de formation à l'état solide.* — J'ai trouvé, pour les chaleurs de dissolution des corps cristallisés :

		Cal
$C^6H^{12}Az^4$, crist.	$\frac{1}{3}$(4,80 + 4,76 + 4,84)..........	+ 4,80
$C^6H^{12}Az^4$, HCl	$-\frac{1}{2}$(3,89 + 3,98)..................	− 3,94
$C^6H^{12}Az^4$, AzO^3H	$-\frac{1}{2}$(5,55 + 5,45)..................	− 5,50
$C^6H^{12}Az^4$, 2 AzO^3H	$-\frac{1}{2}$(14,26 + 14,37)..................	− 14,26
$C^6H^{12}Az^4$, $\frac{1}{2}SO^4H^2$	$+\frac{1}{2}$(0,90 + 0,92)..................	+ 0,91
$C^6H^{12}Az^4$, SO^4H^2	$-\frac{1}{2}$(1,50 + 1,70)..................	− 1,60
$C^6H^{12}Az^4$, $SO^4H^2 + H^2O$	$-\frac{1}{2}$(4,64 + 4,78)..................	− 4,71

» En combinant ces données avec les précédentes, et sachant que

	Cal
AzO^3H sol. + Eau = AzO^3H diss..................................	+ 6,6
SO^4H^2 sol. + Eau = SO^4H^2 diss..................................	+ 16,2
HCl gaz + Eau = HCl diss..................................	+ 17,3

on a pour chaleur de formation des sels solides :

		Cal
$C^6H^{12}Az^4$ sol. + AzO^3H sol.	= $C^6H^{12}Az^4$, AzO^3H sol....	+ 19,09
» + 2 AzO^3H sol.	= $C^6H^{12}Az^4$, 2 AzO^3 sol.....	+ 34,63
» + $\frac{1}{2}SO^4H^2$ sol.	= $C^6H^{12}Az^4$, $\frac{1}{2}SO^4H^2$......	+ 16,09
» + SO^4H^2 sol.	= $C^6H^{12}Az^4$, SO^4H^2.	+ 26,11
$C^6H^{12}Az^4$, SO^4H^2 sol. + H^2O liquide	= $C^6H^{12}Az^4$, SO^4H^2, H^2O...	+ 3,11
$C^6H^{12}Az^4$ sol. + HCl gaz	= $C^6H^{12}Az^4$, HCl sol.......	+ 28,17

» On obtiendrait les chaleurs de formation à partir de SO^4H^2 liq. ou de AzO^3H liq. en modifiant les chiffres ci-dessus, en raison de la chaleur de fusion desdits acides.

» On voit, par ces chiffres, combien nettement est indiquée l'existence d'une deuxième fonction basique intervenant dans la formation des sels rapportés à l'état solide. Nous voyons l'addition du deuxième équivalent d'acide azotique solide dégager $15^{Cal},5$, celle du deuxième équivalent d'acide sulfurique solide 10^{Cal}, c'est-à-dire plus que pour la formation du bisulfate de potasse, à partir du sulfate neutre solide et de l'acide solide. A noter aussi que la chaleur de formation de l'azotate dépasse plus celle du

sulfate que dans les sels similaires de soude ou de potasse, où cette différence n'atteint que $1^{Cal},8$ au lieu de 3^{Cal} et $2 \times 4,26$ trouvés ci-dessus.

» Cet ensemble montre que l'hexaméthylène-amine est une base faible, puisque la chaleur de saturation est de $11^{Cal},6$ environ, plus petite que celle des sels de potasse correspondants. Le chlorhydrate, l'azotate et le sulfate présentent en solution le même état de stabilité ou très voisin, la différence des chaleurs de saturation étant sensiblement la même qu'entre celles des sels alcalins correspondants :

	Cal
Acide sulfurique....................	$15,8 - 4,10 = 11,70$
HCl..............................	$13,7 - 2,13 = 11,57$
Acide azotique......................	$13,7 - 2,19 = 11,51$

Pour l'acétate, la différence est beaucoup plus grande :

$$13,3 - 0,8 = 12^{Cal},5$$

ce qui est conforme à ce que M. Berthelot nous avait déjà fait connaître sur l'état des sels dissous, dissociés inégalement, le plus dissocié étant celui qui possède une chaleur de saturation plus faible et des chaleurs de saturation surnuméraires plus fortes. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Du rôle de l'acide borique dans les verres et émaux.* Note de M. L. **Grenet**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« On a reconnu depuis longtemps, par les simples tâtonnements de la pratique industrielle, les avantages que présente l'introduction d'acide borique dans les verres qui constituent les couvertes céramiques et les émaux pour métaux. Leur dureté et leur fusibilité sont augmentées; leur dilatation est modifiée.

» Les deux premiers résultats s'expliquent sans peine par les qualités propres de l'acide borique, mais celui qui se rapporte à la dilatation peut sembler paradoxal, car l'acide borique sert tantôt à abaisser le coefficient de dilatation, dans la couverte pour faïence par exemple, tantôt à l'élever, dans l'émail pour fonte entre autres.

» Au cours de recherches expérimentales sur les verres, qui m'ont été confiées par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et que j'ai exécutées au laboratoire de l'École des Mines avec mon camarade et ami, M. Chatenet, j'ai observé quelques faits de nature à expliquer ce rôle contradictoire de l'acide borique.

» Quand, dans un verre, on fait varier d'une façon continue la proportion d'acide borique, la dilatation commence par décroître et croît ensuite, pour tendre à se rapprocher de celle de l'acide borique pur qui est très élevée et supérieure à celle de tous les verres.

» Avant de donner les résultats des mesures faites, je rappellerai que les variations de proportion de l'acide borique dans un verre ne peuvent pas être illimitées : elles sont plus ou moins grandes suivant la nature des différents oxydes métalliques et la proportion de silice qui entre déjà dans le verre.

» Un excès de base amène la dévitrification, c'est-à-dire la cristallisation de borates et de silicates définis; la quantité de base qui provoque la dévitrification dépend de la rapidité du refroidissement.

» Un excès d'acide borique amène la séparation du verre dans le bain en deux couches dont la supérieure est de l'acide borique à peu près pur et l'inférieure le verre limite saturé d'acide borique.

Le Tableau suivant donne ces limites pour différents verres :

		Séparation d'acide borique pour une quantité de BoO^3 supérieure à :	Dévitrification pour une quantité de BoO^3 inférieure à :	
			Refroidissement lent.	Refroidissement rapide.
Acide borique et	soude..........	BoO^3	$NaO\,2BoO^3$	$NaO\,2BoO^3$
»	lithine..........	BoO^3	$LiO\,5BoO^3$	$LiO\,3BoO^3$
»	chaux..........	$CaO\,3BoO^3$	Tous	$BoO^3\,1,5CaO$
»	magnésie.......	$4MgO\,3BoO^3$	Tous	Tous
»	oxyde de plomb.	$PbO\,3BoO^3$	$PbO\,BoO^3$	$3PbO\,BoO^3$.
»	oxyde de zinc...	$BoO^3\,1,5ZnO$	Tous	$BoO^3\,1,5ZnO$

» Les Tableaux suivants résument les résultats des mesures de dilatation.

» Tous les coefficients doivent être multipliés par 10^{-8}.

Borates de soude.

$NaO\,2BoO^3$..............................	953×10^{-8}
$NaO\,2,5BoO^3$..............................	704
$NaO\,5,13BoO^3$..............................	817
$NaO\,10,18BoO^3$..............................	933
$NaO\,16,83BoO^3$..............................	1019
BoO^3..............................	1414

Borates de lithine.

$LiO\,3BoO^3$	678×10^{-8}
$LiO\,4BoO^3$	590
$LiO\,5BoO^3$	646
$LiO\,10BoO^3$	900
BoO^3	1414

Borate de zinc.

$1,5\,ZnO\,BoO^3$	374

Borates de plomb.

$3PbO\,BoO^3$	1270
$PbO\,BoO^3$	974
$PbO\,2BoO^3$	669
$PbO\,2,5BoO^3$	609
$PbO\,3BoO^3$	669
BoO^3	1414

Verre blanc et acide borique.

Verre blanc		847
Verre BoO^3	70,7 29,3	685
Verre BoO^3	57,2 42,8	570
Verre BoO^3	38,59 61,41	596
Verre BoO^3	30,8 69,2	653
BoO^3		1414

Verre à bouteilles et acide borique.

Verre à bouteilles			659
Verre à bouteilles Acide borique	85 15		631
Verre à bouteilles Acide borique	75 25	(dévitrifié)	600
Verre à bouteilles Acide borique	70 30	(dévitrifié)	629
Verre à bouteilles Acide borique	50 50	(dévitrifié)	858
BoO^3			1414

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Du caillot non rétractile : suppression de la formation du sérum sanguin dans quelques états pathologiques.* Note de M. G. **Hayem**, présentée par M. Bouchard.

« A l'état normal, le caillot sanguin, formé plus ou moins rapidement après l'issue du sang hors des vaisseaux, se rétracte pour abandonner une certaine quantité de sérum qui l'imbibe. La quantité de sérum devenu libre est généralement en proportion inverse de la masse globulaire.

» La propriété de fournir du sérum disparaît dans quelques états pathologiques. Le but de cette Note est d'attirer l'attention sur ce fait que j'ai déjà signalé dans un Travail antérieur [*Leçon clinique sur le* purpura, (*Presse médicale*, 1895)].

» Voici comment se comporte le sang altéré :

» Recueilli dans une petite éprouvette, par piqûre du bout du doigt, il ne tarde pas à se prendre en masse; sa coagulabilité n'est généralement pas sensiblement modifiée. Abandonné à lui-même, le caillot ne subit aucun retrait; il reste adhérent aux parois du vase et ne laisse sourdre aucune sérosité. C'est à peine si sa surface libre se creuse légèrement en godet et s'humidifie. Cet état persiste jusqu'à complète putréfaction du coagulum.

» Parfois, quand le phénomène n'est pas aussi parfait, le caillot se rétracte très légèrement et, pour 2^{cc} environ de sang, on obtient, au bout de vingt-quatre heures, une ou deux gouttes seulement de sérum.

» Cette anomalie ne tient évidemment pas à une diminution de la partie aqueuse du sang. Le caillot reste imbibé de liquide à la façon d'une éponge humide, non exprimée. C'est le défaut de contraction, de retrait du caillot qui tient sous sa dépendance la suppression de la formation du sérum. L'absence de rétractibilité de la fibrine constitue donc le phénomène essentiel, caractéristique de l'altération.

» Les états pathologiques dans lesquels j'ai observé cette suppression de la rétraction du caillot sont le *purpura hemorragica,* l'anémie pernicieuse progressive protopathique, certains états cachectiques très avancés dans leur évolution, la cachexie paludéenne, certains états infectieux.

» Dans le *purpura,* l'anémie pernicieuse progressive protopathique, les cachexies parvenues à leur terme ultime, la suppression de la production du sérum coïncide avec une diminution considérable dans le nombre des hématoblastes.

» On ne peut pas affirmer d'une manière absolue que cette modification dans la constitution anatomique du sang soit seule en cause dans ces divers cas pathologiques; mais il est certain que la pauvreté du sang en hématoblastes suffit pour que ce liquide perde la propriété, après s'être coagulé, de fournir du sérum. J'ai établi ce fait, il y a plusieurs années, à l'aide d'une expérience très simple que je vais rappeler :

» Lorsqu'après avoir détaché, chez le cheval, la jugulaire externe, pleine de sang, on suspend cette veine verticalement, au bout de quelques heures la couche des globules rouges et blancs est surmontée d'une couche plasmatique claire, tenant en suspension un assez grand nombre d'hématoblastes. Après avoir placé une ligature au-dessus du dépôt globulaire, on peut opérer sur le plasma ainsi séparé.

» On recueille alors dans un verre à expériences une certaine quantité de plasma filtré à 0° et, dans un autre, une portion du même plasma non filtré, et l'on suit la marche des phénomènes qui se produisent dans un milieu dont la température est de 17°. Le plasma non filtré se coagule le premier. Les deux caillots, une fois formés, sont absolument semblables; ils ressemblent l'un et l'autre à une masse gélatineuse adhérente aux parois du verre. Mais, tandis que le caillot du plasma non filtré se rétracte assez rapidement en abandonnant une quantité relativement considérable de sérum, le caillot du plasma filtré ne subit aucune modification sensible. [*Nouvelles recherches sur la coagulation du sang* (*Union médicale*, 1882) et *Du sang*, p. 313 et suiv.]

» Ajoutons encore que les caillots des liquides dépourvus d'hématoblastes (lymphe, sérosités pathologiques) ne sont pas sensiblement rétractiles.

» Dans les états infectieux, tels que la pneumonie, où l'absence de rétraction du caillot peut également s'observer, le phénomène doit avoir une autre origine, car les hématoblastes sont alors en nombre normal ou même exagéré. On peut supposer que, dans ces circonstances, le sang est adultéré par la présence de substances chimiques pouvant exercer une certaine influence sur les qualités de la fibrine. Ce n'est là qu'une hypothèse, mais cette hypothèse pourra peut-être être soumise au contrôle de l'expérimentation.

» Dans le *purpura hemorragica*, la diminution dans le nombre des hématoblastes ne me paraît pas être la conséquence d'un arrêt dans la formation de ces éléments. Mes observations m'ont conduit à admettre, dans cette affection, la pénétration dans le sang d'une substance altérant les hématoblastes et les précipitant. Ce sont les hématoblastes altérés qui, réunis en amas, seraient la cause des hémorragies et mieux des *infarctus* hémorragiques.

» Dans l'anémie pernicieuse protopathique, dont la nature est encore inconnue, l'existence d'une toxhémie est également probable. La substance toxique ne précipiterait pas les hématoblastes comme dans le *purpura*; elle aurait plutôt la propriété de détruire les éléments du sang ou de s'opposer à leur formation.

» Le fait de la disparition de la rétraction du caillot sanguin se rattache donc à des questions de Chimie biologique encore obscures. Il peut néanmoins, dès à présent, être utilisé en clinique.

» On peut s'en servir pour distinguer la forme protopathique de l'anémie pernicieuse des états d'anémie extrême confondus souvent avec cette maladie. Il comporte alors un pronostic grave. Il en est de même dans les états cachectiques où il n'apparaît qu'en cas d'arrêt presque absolu dans la formation du sang, c'est-à-dire peu de temps avant la terminaison fatale.

» Dans le *purpura*, je l'ai constaté aussi bien dans des cas légers que dans des cas graves, mais il permettra peut-être de distinguer plusieurs formes de cette affection.

» Enfin, en ce qui concerne les maladies infectieuses, mes observations sont encore trop peu nombreuses pour me permettre d'assigner une signification précise au caillot non rétractile. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche du caramel dans les vins. Confusion possible avec les couleurs dérivées de la houille.* Note de M. **A.-J. da Cruz Magalhaês** (¹), présentée par M. Arm. Gautier.

« Le caramel est fréquemment employé, au moins en Portugal, pour donner aux vins blancs liquoreux un vieillissement factice. Il existe des méthodes pour la recherche et même l'analyse quantitative du caramel dans les vins, mais on ne trouve pas dans la littérature d'indication sur la confusion possible entre les couleurs de la houille et celles du caramel. Or cette confusion peut se faire, et donner lieu à des erreurs graves.

» Au cours de quelques recherches sur la matière colorante des vins portugais, j'ai été conduit à essayer sur un vin liquoreux de Porto, que je reconnus plus tard être fortement caramelé, les réactions données, en général, pour la recherche des couleurs de la houille. Voici les résultats :

» 1. J'ai fait bouillir 100^{cc} de vin, pendant dix minutes, avec 10^{cc} d'une solution à

(¹) Travail du laboratoire de Chimie agricole de Porto (Portugal).

10 pour 100 de sulfate de potassium et un morceau de laine mordancée. La laine se teignait et conservait sa couleur jaune orange, après des lavages à grande eau et à l'ammoniaque.

» 2. 20^{cc} de vin ont été additionnés de 10^{cc} de sous-acétate de plomb et filtrés après agitation. Le filtratum passait avec une couleur nette jaune orange et cédait sa couleur à l'alcool amylique, quand on l'agitait avec celui-ci.

» 3. 100^{cc} de vin sursaturés d'ammoniaque et agités avec de l'alcool amylique passent à ce dissolvant leur couleur jaune orange.

» 4. 10^{cc} de vin furent agités (à froid et à chaud) avec $0^{gr},2$ d'oxyde jaune de mercure, pendant une minute, et filtrés après repos. Le liquide filtré était coloré en jaune orange dans les deux cas.

» On pourrait donc conclure que le vin en question était coloré avec un ou plusieurs dérivés de la houille, couleur jaune orange.

» J'ai répété les mêmes essais avec un vin de même type, mais récolté par moi, auquel j'ai ajouté du caramel pur fait avec du sucre ordinaire. Les résultats *ont été absolument les mêmes*.

» En opérant avec ce même vin, *sans addition de caramel*, on n'obtient rien de semblable.

» J'ai répété ces essais avec du caramel pur; les résultats obtenus ont été tout à fait ceux que j'avais obtenus avec le vin auquel j'avais ajouté du caramel. Sans aucun doute, les couleurs du caramel peuvent donc faire naître une confusion avec celles dérivées de la houille.

» Pour éclairer sur un second point ce sujet intéressant, j'ai préparé du caramel avec de la dextrose et avec de la saccharose très pures.

» Les deux solutions de caramel ainsi préparées ont été traitées par le sous-acétate de plomb et agitées avec de l'alcool amylique; celui-ci restait incolore avec le caramel-dextrose; avec le caramel-saccharose, au contraire, l'alcool prenait une couleur jaune orange.

» Sursaturés l'un et l'autre avec de l'ammoniaque, puis agités avec de l'alcool amylique, le premier donnait à l'alcool une couleur jaune verdâtre; le deuxième, une couleur jaune orange très foncée.

» L'éther ne prenait aucune couleur avec le premier; il se colorait en jaune orange avec l'autre.

» La laine mordancée prenait avec le premier une couleur jaune; avec le deuxième, jaune orange.

» L'épreuve de Cazeneuve n'altère en rien la couleur primitive des deux solutions.

» On voit donc que les deux caramels se comportent de deux façons sensiblement différentes en présence des réactifs indiqués.

» Je poursuis ces recherches; mais il résulte de ces expériences que l'expert doit être en garde contre la confusion possible entre les couleurs de la houille et celles du caramel. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la pression osmotique dans les graines germées.* Note de M. L. MAQUENNE, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« La première manifestation de la vie, dans une graine, est un gonflement considérable, qui arrive parfois à doubler son volume et qui peut atteindre une énergie suffisante pour déterminer la rupture d'obstacles mécaniques tels, par exemple, que les parois d'un vase en verre mince. Ce gonflement est dû à la pénétration de l'eau dans l'intérieur de la graine et à la pression que ce liquide exerce sur les parois des cellules, après qu'il s'est emparé de tous les principes solubles qu'elles contenaient; c'est donc déjà un phénomène d'osmose, comparable à ceux qui s'observent au cours de la vie végétale, et dont j'ai essayé de faire voir l'importance, dans une Note précédente, à propos de la maturation des betteraves [1].

» Il m'a paru intéressant de déterminer la valeur de ces pressions osmotiques initiales, qui sont en quelque sorte le point de départ de l'évolution de la jeune plante et dont l'intensité doit être en rapport étroit avec celle de l'hydrolyse qui, sous l'action des diastases, amène peu à peu tous les matériaux en réserve dans la graine à l'état soluble.

» Pour y réussir j'ai fait usage de la même méthode que j'ai déjà employée dans l'étude des betteraves, c'est-à-dire de la cryoscopie, appliquée aux sucs extraits par pression des graines mises en expérience. La température de congélation de ces sucs permet, par un calcul simple, de déterminer la pression osmotique correspondante, avec une approximation qui suffit amplement à des recherches de ce genre.

» Les graines ont été mises à germer dans l'eau, sous l'action d'un courant continu d'air; avant d'en extraire les sucs, et pour avoir ceux-ci dans le plus grand état de pureté possible, on a eu soin de les essorer entre des feuilles de papier buvard, jusqu'à ce qu'elles ne mouillent plus celui-ci. Malgré cette précaution il est certain que les liquides recueillis se trouvaient encore quelque peu étendus d'eau, en sorte que les chiffres suivants doivent être considérés comme des minima.

	Durée de la germination.	Point de congélation.	Pression osmotique.
	jours	°	at
Lupin blanc..........	10	— 0,535	6,4
Lentille..............	10	— 0,585	7,1

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 834.

	Durée de la germination.	Point de congélation.	Pression osmotique.
	jours	o	at
Pois de Clamart	6	— 0,68	8,2
Id.	10	— 0,81	9,8
Id.	16	— 0,65	7,8
Hélianthus...........	10	— 0,40	4,8

» Ces résultats montrent que, ainsi que chez les plantes adultes, la pression intérieure dans les graines germées atteint une valeur considérable, voisine de dix atmosphères, qui suffit à rendre compte des effets mécaniques produits lors de leur gonflement; ils nous donnent, de plus, un moyen de préciser, mieux que ne saurait le faire l'analyse, l'état sous lequel se trouvent les principes solubles de la graine au cours de son évolution, car il suffit de déterminer la proportion centésimale de matière dissoute dans les sucs congelés pour en déduire son poids moléculaire brut.

» C'est ainsi que, après six jours de germination, le jus de pois germés a été trouvé contenir 8,1 pour 100 de substance soluble, dont le poids moléculaire moyen était 239; ce nombre est très notablement supérieur au poids moléculaire 180 du glucose : aussi le liquide n'a-t-il donné aucune réaction avec la liqueur de Fehling, non plus qu'avec l'acétate de phénylhydrazine.

» Le jus extrait des graines d'Hélianthus, après dix jours de germination, renfermait 3 pour 100 de matière dissoute, de poids moléculaire moyen 136 : la liqueur contenait alors une proportion notable de glucose, qui a été caractérisé par ses propriétés réductrices et par son osazone.

» Il serait curieux d'appliquer cette méthode à l'étude des transformations successives que subissent les principes en réserve dans la graine, au cours de son développement normal : c'est une recherche que je me propose d'entreprendre et au sujet de laquelle j'espère pouvoir bientôt communiquer de nouveaux résultats à l'Académie.

» En terminant, je ferai remarquer que les pressions dont je viens de donner la mesure approximative ne se manifestent plus au contact des antiseptiques tels que le bichlorure de mercure qui, en détruisant le protoplasma, enlèvent aux parois cellulaires leur propriété de membranes semi-perméables. Le gonflement des graines et surtout l'apparition de hautes pressions osmotiques au début de la germination est donc un phénomène d'ordre physiologique et caractéristique de la vie. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Élasipodes recueillis par le* Travailleur *et le* Talisman. Note de M. **Rémy Perrier**, présentée par M. Milne Edwards.

« Parmi les formes abyssales recueillies en 1882 par le *Travailleur*, et par le *Talisman* en 1883, la classe des Holothuries est représentée par plus de 700 individus. J'ai à peu près terminé l'examen de ce riche matériel.

» La présente Note est relative à la famille des Élasipodes, spéciale aux grands fonds. Aux seuls *Élasipodes* se rapportent 354 individus répartis en 9 genres, dont 2 nouveaux, et 14 espèces dont 10 nouvelles, auxquelles il faut ajouter deux variétés également nouvelles.

» Les expéditions similaires, effectuées dans les mêmes parages, n'ont recueilli qu'un fort petit nombre d'individus de ce groupe, se rapportant à 8 espèces seulement. Je me contente de donner la liste des espèces avec la diagnose des espèces nouvelles :

» I. Tribu des Deimatinés. — 1. *Oneirophanta mutabilis*, Théel, dont le *Challenger* a pu constater l'immense dispersion, n'avait pas cependant été trouvé dans l'Atlantique au-dessus de 40° latitude sud.

» 2. *Lætmogone violacea*, Théel, également très cosmopolite, est représenté par un très grand nombre d'individus, qui permettent de constater la grande variabilité de l'espèce.

» 3. *Benthogone rosea*, Kœhler. Les 47 individus récoltés montrent ici encore une assez grande variation; mais, les types extrêmes étant reliés par une série ininterrompue d'intermédiaires, tous les individus doivent être rapportés à la même espèce qui se divise en deux variétés : 1° l'une large, plate, à tégument lisse blanchâtre dans l'alcool, à papilles dorsales courtes; 2° l'autre, allongée, presque cylindrique, à tégument rugueux, d'un gris jaunâtre, à papilles dorsales plus longues (*B. rosea*, var. *cylindrica*).

» Dans la variété n° 1 on ne trouve, en dehors des deux rangées de papilles dorsales signalées par M. Kœhler, qu'un très petit nombre de papilles isolées, tandis que dans la variété *cylindrica*, il existe constamment, au côté externe des rangées principales, d'autres papilles semblables, qui se disposent nettement, elles aussi, en une ligne longitudinale; elles peuvent même arriver à former de chaque côté une seconde rangée presque complète (*B. rosea*, var. *4-lineata*). Les sclérites, partout les mêmes, ont la forme de roues.

» II. Tribu des Elpidiinæ. — Tous les auteurs ont constaté le caractère artificiel des divisions génériques admises par Théel pour cette tribu. En particulier, le genre *Peniagone* a pour caractère essentiel l'existence, sur la face dorsale, d'un large appendice transverse ou oblique. Or, ce *lobe dorsal*, est strictement représenté chez certains *Scotoplanes*, par quatre papilles contiguës, disposées en une ligne transversale et dont la coalescence produit le lobe du *Peniagone*. La nature des sclérites permet, au contraire, d'établir des coupes génériques de la plus grande netteté.

» *a*. Des sclérites cruciformes, non accompagnés de sclérites en C ou sigmas, caractérisent toutes les *Peniagone,* sauf une espèce.

» *b*. Des spicules droits, grands et épineux, se trouvent chez la plupart des *Scotoplanes*, avec des sigmas.

» *c*. Enfin dans *P. Naresi, Sc. insignis* et *Sc. robusta*, et en outre dans une espèce nouvelle que j'appelle *P. porcellus,* existent avec des sigmas des sclérites triradiés.

» Il est plus logique d'adopter le caractère des sclérites comme caractère dominateur, de restreindre par suite les genres *Peniagone* et *Scotoplanes* de Théel, et de grouper, dans un genre spécial que j'appellerai *Periamma*, les espèces à sclérites triradiés.

» 1. *Peniagone porcellus* sp. nov. — Corps ovoïde très renflé; bouche à l'extrémité antérieure de la face ventrale. Lobe transversal nettement divisé en quatre lanières, ses papilles constitutives étant libres sur une grande longueur; en arrière du lobe, deux autres papilles volumineuses. Pieds ventraux commençant immédiatement en arrière du cercle des tentacules, au nombre de 9 ou 10 de chaque côté.

» Sclérites grands, cruciformes avec quatre longs bras dentés et arqués, ayant, à leur base, une épine proéminente denticulée. Se distingue de la *P. affinis* par sa taille plus petite (3^{cm} au lieu de 10) sa forme plus ramassée et par la disposition des appendices dorsaux.

» 2. *Peniagone azorica*. — Un individu fort mal conservé, dont le lobe dorsal et les sclérites sont identiques à ceux que décrit Marenzeller, mais dont les deux tentacules antérieurs, qui sont seuls conservés, présentent une longueur notablement plus grande que dans la figure donnée par cet auteur.

» *Periamma* n. g. — Corps ovoïde ou allongé, portant sur la face dorsale une rangée transversale de quatre papilles contiguës ou coalescentes en un lobe transverse et en arrière deux autres papilles libres, une de chaque côté; des sclérites triradiés et des sigmas.

» 3. *P. roseum* sp. nov. — Espèce très voisine de *P. Naresi;* mais le corps est court et ramassé, la bouche nettement ventrale, à l'extrémité d'une sorte de pédoncule gros et court. Des dix tentacules, les postérieurs sont notablement plus petits; neuf pieds latéraux de chaque côté, le premier assez loin en arrière de la bouche, les postérieurs reliés par un repli cutané. Sclérites triradiés, portant près de la base de chaque branche un tubercule denticulé très net.

» 4 *Tutela echinata*, n. g. n. sp. — Corps court, ovoïde; 10 tentacules égaux. Bouche centrale, à l'extrémité antérieure du corps. De chaque côté de la sole ventrale, 4 pieds latéraux, non rétractiles, cylindriques, écartés l'un de l'autre. 3 petites papilles dorsales sur chaque radius, souvent à peine visibles. Tégument mince et transparent. Sclérites en forme de spicules pointus et droits, portant à quelque distance de chaque extrémité un groupe de 3 points, deux cachés dans le tégument, la troisième saillante à la surface du corps, qui en est toute hérissée.

» III. Tribu des Psychropotinæ. — 1. *Euphronides auriculata,* n. sp. — Caractérisée par le développement considérable de deux papilles dorsales, situées environ au tiers antérieur; elles sont coniques, se touchent presque par leur base et se dirigent horizontalement en divergeant en avant. Ces papilles sont précédées, sur chaque radius dorsal, par trois autres papilles beaucoup plus petites. Longueur, 10^{cm}. Appendice

dorsal volumineux, aplati, largement inséré sur le dos. Sclérites dorsaux cruciformes, faiblement convexes ; ceux de la face ventrale beaucoup plus petits.

» 2. *Euphronides Talismani*, n. sp. — Un seul individu, mal conservé, mais dessiné à bord, d'après nature, par M. Ed. Perrier. Quatre paires de papilles ambulacraires dorsales, la quatrième plus volumineuse, comme dans l'espèce précédente ; mais 1° ces dernières papilles n'atteignent pas, à beaucoup près, le même développement, elles sont largement éloignées l'une de l'autre ; 2° les petites papilles sont insérées sur deux lignes qui se rapprochent en avant ; 3° le corps est moins aplati, sans rebord distinct ; 4° l'appendice caudal est notablement plus petit ; 5° deux espèces de sclérites cruciformes, des grands et des petits, à forme un peu différente de celle qu'on trouve dans *E. auriculata*.

» 3. *Euphronides violacea*. Corps haut et non comprimé, sans aucune espèce de rebord aplati, même en avant; coloré en violet plus ou moins foncé; trois paires de papilles dorsales, la postérieure plus grosse; sclérites cruciformes à aiguillon central très développé, et portant de petites épines le long des bras, dont l'extrémité est lisse et pointue.

» 4. *Psychropotes buglossa*, très voisine de *Ps. varipes* Ludwig, draguée par l'*Albatros* sur la côte ouest de l'Amérique.

» La présence de deux formes représentatives si analogues dans les deux océans est intéressante. Voici les caractères différentiels de notre espèce : tentacules buccaux postérieurs notablement plus petits que les antérieurs; pieds latéraux moyens continuant nettement ceux qu'englobe le rebord péricéphalique, et se distinguant faiblement des pieds postérieurs, qu'unit un repli s'atténuant peu à peu en avant; papilles dorsales typiquement au nombre de sept paires, se réduisant à quatre paires par régression ; les sclérites, tous cruciformes, sont très convexes, avec un aiguillon central simple ou bifurqué et, sur chaque bras, un certain nombre d'épines, la première très haute, toujours simples; sclérites ventraux, petits et peu serrés.

» 5. *Psychropotes fucata* sp. nov. — Diffère de l'espèce précédente : 1° par l'appendice digitiforme que porte la queue à son extrémité ; 2° par la situation de l'orifice génital, notablement en avant des premières papilles dorsales ; 3° ces papilles sont au nombre de trois paires; 4° sclérites cruciformes, bien plus petits, aussi serrés sur la face ventrale que sur la face dorsale.

» 6. *Benthodytes lingua* sp. nov. — Quinze tentacules entourés par un repli labial très net. La bouche conduit dans une sorte d'atrium, dont les parois sont couvertes de nombreuses villosités, molles, ramifiées à leur extrémité. Deux rangées de papilles dorsales grêles et allongées, de dimensions très différentes; pieds latéraux en forme de papilles coniques raides et pointues, incluses dans le rebord latéral.

» Deux rangs de pieds sur le radius impair. En outre, sur la face ventrale, de petites papilles éparses, d'un pourpre plus ou moins foncé, presque toutes en avant des pieds médians. Quelques-uns forment un cercle irrégulier autour de la bouche, ou bien en ligne transversale en arrière de celle-ci. Sclérites cruciformes, gros, convexes, avec une pointe centrale bi ou trifurqués, entièrement couverts d'épines. D'autres sclérites plus petits, cruciformes ou irréguliers.

» 7. *Benthodytes glutinosa* sp. nov. — Diffère de *B. typica* Théel, par sa forme plus allongée et par l'absence complète de papilles dorsales. Sclérites très clairsemés,

surtout sur la face dorsale, en forme de spicules droits ou légèrement courbés, épineux aux extrémités. Muscles ambulacraires très développés. »

ZOOLOGIE. — *Des nucléoles composés, notamment dans l'œuf des Annélides* (¹). Note de M. **Auguste Michel**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les nucléoles composés, découverts autrefois dans l'œuf des Naïades, ont été retrouvés par O. Hertwig (²) dans les œufs d'autres Mollusques, et étudiés par Flemming (1882); depuis Lönnberg (1892) les a signalés dans les cellules hépatiques de Mollusques. Chez les Annélides, Giard (1881) les a décrits dans les œufs de *Spiophanes bombyx* Clpd. (*Spio crenaticornis* Mont.), et Vejdovsky (1882) les a figurés dans ceux de *Sternaspis*. J'ai trouvé ces nucléoles : au nombre de *deux* ou plus, chacun double et même plus composé, dans l'œuf de *Nephthys*, assez transparent, comme celui du *Spiophanes bombyx*, pour être observé directement; un double dans l'œuf de l'*Hediste* (*Nereis*) *diversicolor*, en faisant sortir le noyau par compression. Mes recherches ont porté sur les nucléoles d'œufs de *Nephthys* et de *Spiophanes bombyx*.

» Ces nucléoles composés comprennent : 1° une partie très légèrement granuleuse et sombre, colorable à la safranine, plus fortement même que le reste de l'œuf; presque toujours dans les *Spiophanes* avec un petit corpuscule (granule ou vacuole) très net, sans être cependant plus colorable; dans les *Nephthys* on voit assez souvent ce corpuscule, quoique moins net, ou une région légèrement vacuolaire; 2° une partie claire, réfringente, très légèrement jaunâtre, comme huileuse, non colorable.

» Chez les *Nephthys* il y a le plus souvent *deux* nucléoles doubles, chacun en forme de gland, la substance colorable recouvrant plus ou moins complètement la masse claire comme d'une calotte; mais on observe aussi moins souvent l'une des dispositions suivantes pour le nombre de nucléoles ou la forme de chacun : trois nucléoles doubles, une sphère claire entre deux parties sombres presque à l'opposé; inversement, une partie sombre et deux sphères claires presque opposées, nucléoles plus composés avec plusieurs sphères claires et même comme spumeux, sphérules claires libres en plus de

---

(¹) Travail du laboratoire maritime de M. le professeur Giard, à Wimereux-Ambleteuse.

(²) O. Hertwig a signalé aussi la différenciation du nucléole d'œufs d'Astéries en deux substances lors de la formation du premier fuseau polaire, mais ce cas est différent : c'est la différenciation de chromatine au sein de la pyrénine.

celles des nucléoles doubles jusqu'à une douzaine; les individus présentant ces formes spéciales sont assez rares, mais celles-ci sont très fréquentes parmi les œufs de ces individus. Chez les *Spiophanes*, il n'y a qu'un nucléole double ordinairement en deux sphères accolées, la réfringente généralement plus grosse, soit au contact, soit se pénétrant davantage, moins souvent en gland, parfois deux parties colorables sur le côté d'une sphère claire plus grande, parfois enfin les deux parties séparées, ce qui confirme la description déjà donnée antérieurement par Giard; je n'ai cependant pas trouvé d'une manière constante le corpuscule de la masse colorable.

» Dans une observation, à la place de deux sphères claires isolées, j'ai retrouvé, quelques instants après, une seule sphère plus volumineuse, sans avoir été cependant témoin de la fusion. On peut voir parfois, sous la pression de la lamelle, une sphère claire s'allonger pour reprendre ensuite sa forme sphérique.

» Sous l'influence de l'eau distillée, les deux masses se séparent assez rapidement; les parties colorables deviennent vacuolaires, mais gardent leur forme sans gonflement, en une calotte, ou en deux calottes isolées, ou en sphère creuse plus épaisse d'un côté, ou en une masse à deux entailles concaves, suivant leur disposition primitive dans le nucléole; les parties claires, alors tout à fait sphériques, par une transformation lente, tantôt deviennent vacuolaires et s'effacent, tantôt diminuent et se réduisent à une petite masse à double contour, à quelque distance de la calotte ou à l'intérieur de la sphère creuse de substance colorable; une fois, une de ces petites masses, étant sortie accidentellement du noyau par pression de la lamelle, s'y est de suite regonflée.

» Sous l'action de l'acide chlorhydrique à 1 pour 100, de l'acide acétique, des deux masses, se séparant comme précédemment, la claire devient granuleuse et même vacuolaire et enfin brusquement s'efface en se gonflant lorsque le vitellus lui-même s'éclaircit; l'autre devenue assez brillante se conserve tout en se gonflant beaucoup.

» L'eau salée à 5 pour 100 arrondit le nucléole, les sphères claires rentrant dans la masse, puis le tout s'efface peu à peu; de plus fortes solutions produisent le même effet plus rapidement.

» Avec le sulfate de cuivre concentré, les masses claires s'effacent, mais les masses colorables sont conservées, ainsi qu'avec le ferrocyanure de potassium.

» Les masses claires, avec leur aspect, leur forme sphérique et leur déformation temporaire par la pression, leur variation de taille suivant les conditions osmotiques, l'épaississement de leur paroi par réduction de volume, apparaissent comme des vésicules à contenu liquide spécial. Pour les masses colorables, la coloration même n'indique que la chromatine ou la pyrénine : la chromatine est exclue et la pyrénine démontrée par l'absence de gonflement par l'eau et par le gonflement par les acides, par l'insolubilité dans le sulfate de cuivre ou le ferrocyanure de potassium : ce sont donc là de vrais nucléoles.

» Quant à l'origine de ces nucléoles composés, on n'a jamais observés que des stades séparés, sans pouvoir fixer le sens de leur enchaînement; l'observation de M. Giard, d'un stade avec masse hors du noyau, demanderait à être confirmée au point de vue de l'identification de cette masse avec la future masse colorable, vrai nucléole; en tous cas, dans l'hypothèse d'une

fusion d'éléments d'abord séparés, la valeur de cette fusion serait bien diminuée dans le cas (normal chez les *Nephthys*) de deux ou plusieurs nucléoles composés. Au contraire, l'aspect des vésicules et leur disposition dans les nucléoles ou à l'état libre, enfin d'après Flemming la différenciation apparaissant avec la maturité, portent à croire à des vacuoles à contenu spécial formées dans le nucléole et finalement éliminées. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le développement du Black Rot de la Vigne* (Guignardia Bidwellii). Note de **M. P. Viala**, présentée par M. L. Guignard.

« Les formes de reproduction du *Guignardia Bidwellii*, cause du *Black Rot* de la Vigne, sont, comme celles de beaucoup de Pyrénomycètes, très complexes et très variées. Dans divers travaux, nous avons signalé : les pycnides, les spermogonies, les périthèces, les conidiophores, les sclérotes simples ou pycnidiens, et les spores mycéliennes analogues aux chlamydospores. Les pycnides jouent le rôle le plus important comme organe de propagation de cette importante maladie de la Vigne pendant la végétation, ou comme organe de perpétuation du parasite, avec les sclérotes et les périthèces, à travers la mauvaise saison. Les réinvasions annuelles sont le résultat du développement, au printemps, des périthèces et de leurs sporidies aux dépens des sclérotes simples ou des sclérotes pycnidiens, mais résultent aussi des pycnides qui se sont conservées intactes avec leurs stylospores depuis l'automne jusqu'au printemps; on trouve actuellement de nombreuses pycnides pleines de stylospores bien organisées. Les chlamydospores ne se forment que dans des conditions anormales de cultures artificielles et ne s'observent jamais, ainsi que nous avons pu encore le vérifier cette année, dans l'état de végétation normale du Champignon et de la Vigne.

» Les conidiophores n'avaient été signalés qu'exceptionnellement [1] et comme se produisant aux dépens des sclérotes des grains secs, après le repos de la végétation, et seulement en culture artificielle; on ne les avait jamais observés à l'état naturel dans les vignobles. La grande et désastreuse invasion du *Black Rot*, en 1896, dans le département du Gers, m'a permis

---

[1] Viala et Ravaz, *Nouvelles espèces de* Phoma (*Bulletin de la Société botanique de France;* 1886).

d'observer les conidiophores en très grand nombre et très fréquemment, et de me rendre compte du rôle important qu'ils jouent comme organe de propagation rapide et à distance du parasite, comme cause d'intensité et de gravité de la maladie dans les conditions de chaleur et d'humidité les plus favorables au Champignon. En général, cependant, les pycnides avec leurs stylospores sont les éléments les plus communs pour la multiplication du *Guignardia Bidwellii*.

» Les conidiophores se développent, en pleine invasion du *Black Rot*, aux dépens du mycélium interne aux baies, ou des pycnides qui ont déjà vidé leurs stylospores. On peut les obtenir ainsi en culture artificielle, et on les observe très nombreux dans les vignobles, sur les grains de raisin qui portent de nombreuses pustules, et qui ont acquis leur grosseur normale avant la véraison. L'activité végétative du *G. Bidwellii* est si grande, au mois d'août avec des temps lourds (chauds et humides), que le mycélium forme, surtout vers la peau, un épais enchevêtrement de filaments qui, — ainsi que nous l'avons constaté pour la première fois, — produisent jusqu'à deux et trois étages superposés de conceptacles pycnidiens qui viennent successivement émettre, à l'extérieur, les fils de leurs stylospores. Dans les mêmes conditions de végétation intense du Champignon, on voit certaines pelotes mycéliennes sous-épidermiques, condensées comme celles qui sont l'origine des pycnides, s'épanouir, à la surface du grain envahi, en nombreuses houppes blanchâtres qui sont des conidiophores. Dans d'autres cas, et souvent sur les mêmes grains, les pycnides, vidées de leurs stylospores, sont comprimées vers l'extérieur; leur ostiole éclate et s'élargit jusqu'à mettre à nu l'intérieur du conceptacle; les basides se prolongent alors en conidiophores qui forment des îlots blanchâtres analogues aux précédents. On peut suivre le développement des conidiophores (¹) en culture artificielle; ils se forment souvent en deux ou trois heures et, au plus, en six ou huit heures.

» La preuve expérimentale de la relation de ces conidiophores et du *G. Bidwellii* n'avait pas encore été donnée. En inoculant les conidies jeunes, ou germées en culture artificielle, sur des grains sains, nous avons reproduit tous les caractères d'altération du *Black Rot*.

(¹) Les conidiophores mesurent de 150 à 180 μ de hauteur. Le pied est cylindrique, cloisonné et renflé à sa base. Il se divise en deux, trois ou quatre branches, renflées aussi à leur point d'insertion, et séparées par une cloison. Ces branches secondaires se ramifient, en s'amincissant, en deux, trois ou quatre stipes terminaux de longueur uniforme, et qui produisent une conidie à leur sommet effilé. Les conidies sont ovoïdes (5 μ sur 2 à 3 μ), à membrane mince, granuleuses, incolores et transparentes. Dans nos essais, les conidies germaient encore dans des solutions de sulfate de cuivre à des doses où les spores du Mildiou n'évoluent pas, mais leur germination ne se produit plus dans des solutions cupriques où les stylospores continuent cependant à végéter.

» Si ces grains inoculés sont maintenus dans une atmosphère humide et à une température de 30° à 35° C., ils sont envahis par le mycélium et complètement bruns en huit ou dix heures; douze ou quinze heures après, les pelotons mycéliens se condensent vers la peau du grain et les pycnides se forment. Si ces grains, attenant à la grappe, peuvent être conservés dans ce milieu, les pycnides s'ouvrent, émettent leurs fils de stylospores, éclatent, et leurs basides s'organisent en conidiophores ([1]). Les inoculations, par les conidies ou les stylospores, réussissent surtout si l'on plonge préalablement, et pendant cinq ou dix minutes, les grains de raisin dans l'eau presque bouillante, ou mieux dans l'eau chaude acidulée. J'indiquerai, dans un autre travail, des phénomènes différents pour le *Rot blanc* de la vigne (*Charrinia diplodiella*), et certains faits résultant de ces dernières expériences. Les inoculations par les conidiophores, ainsi que j'ai pu m'en assurer, déterminent une altération plus rapide, ou du moins un commencement d'altération plus rapide, que les ensemencements par les stylospores; les conidies germent plus facilement et plus vite que les spores des pycnides. Un grain de raisin inoculé par les conidies est complètement bruni au bout de huit à dix heures; ensemencé avec les stylospores, les premiers signes d'altération ne commencent que six à huit heures après, et le grain, dans les conditions de milieu les plus favorables, n'est tout altéré que deux ou trois jours après.

» Ces expériences et l'observation des bouquets blanchâtres de conidiophores dans les vignobles du Gers expliquent certaines invasions, exceptionnellement brusques et rapides, dans les vignes du Sud-Ouest. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le développement d'un champignon dans un liquide en mouvement.* Note de M. **Julien Ray.**

« Cherchant à me rendre compte, à l'aide des variations de conditions du milieu, de la valeur des divers caractères d'organisation d'un certain nombre de champignons inférieurs, êtres très maniables à cet égard, j'ai en particulier étudié les modifications produites dans ces moisissures cultivées sur un liquide constamment en mouvement.

» Voici les résultats obtenus avec un *Sterigmatocystis* :

» J'ai semé le champignon dans un ballon à demi plein de liquide, qui a été ensuite pendant deux mois soumis sans interruption à un mouvement rapide d'oscillation. Un semis identique a été fait en même temps dans un second ballon laissé fixe.

([1]) En soumettant, par un dispositif particulier (circulation d'air d'abord et action progressive du chlorure de calcium), certains de ces grains au dessèchement graduel, les baies altérées se rident, les pycnides non encore ouvertes restent fermées avec leurs stylospores dans l'intérieur, et l'on obtient, au bout de quinze à vingt jours, la production de sclérotes aux dépens des pelotons mycéliens en évolution.

» La moisissure s'est développée normalement dans ce dernier : la surface du liquide y est tout entière occupée par un épais feutrage de mycélium, uniformément recouvert d'une fructification blanche abondante et serrée.

» Dans le ballon mobile, la culture est formée d'un nombre considérable de petites masses *parfaitement sphériques*, sans cesse en mouvement, d'aspect cireux, sans fructification apparente; elles sont de diamètre variable, les plus grosses ayant $2^{mm},5$ environ. Leur élasticité est remarquable : écrasées, elles reprennent immédiatement leur forme primitive.

» Des coupes minces pratiquées dans ces sphères montrent qu'elles sont constituées par des filaments enchevêtrés; à la limite, tout autour, se voient un certain nombre de têtes sporifères, portées par de gros filaments. Quand on examine une culture bien plus jeune, qui est également un ensemble de sphères, on remarque au centre de celles-ci un groupe de spores qui ont germé en produisant des filaments ramifiés dans toutes les directions; c'est le groupe origine de la petite masse sphérique : il n'en reste plus trace dans les sphères d'une culture âgée.

» Donc le mouvement continuel du liquide, en modifiant à tout instant l'orientation des spores, ce qui soustrait l'organisme en voie de développement à l'action des forces de direction constante, lui enlève la forme normale connue. Si, par avance, le devenir de ces spores n'était point déjà, en partie, déterminé, en ce sens qu'elles ne peuvent germer qu'en un certain nombre de points et qu'elles doivent donner des filaments, il devrait y avoir croissance égale dans toutes les directions, c'est-à-dire production d'une sphère pleine; en réalité, on obtient *une sphère formée de filaments très enchevêtrés en tous sens*.

» A côté de cette première modification, modification morphologique due à l'adaptation de la plante à ce milieu différent, il y a des changements dans la structure.

» Les filaments sont bien plus *abondamment cloisonnés* que ceux de la culture fixe. Les membranes sont partout d'une épaisseur double ou triple; cela est surtout sensible dans les pieds sporifères, dont la cavité est même souvent obstruée par des expansions cellulosiques, de forme hémisphérique, de la membrane. Il y a, par conséquent, renforcement du système de soutien de la plante. Ce développement d'organes de protection ou de soutien, cet accroissement de la résistance de la plante est une conséquence des chocs et des frottements violents qu'elle subit de la part du liquide ou des parois du vase, en somme de la résistance plus grande du milieu. Si, au lieu d'expérimenter avec un ballon contenant un demi-litre de liquide nutritif, on opère avec un tube à essais contenant simplement quelques centimètres cubes du liquide, on obtient bien encore des sphères, mais très molles et très peu résistantes.

» Si maintenant on examine le contenu des intervalles entre les cloisons, tandis que, dans le cas de la culture fixe, ils renferment plusieurs noyaux, ce qui constitue une structure articulaire, ils tendent ici à devenir des *cellules*.

» Pour ce qui est de l'appareil fructifère de la plante, nous constatons qu'il apparaît tardivement; de plus, il est *mal conformé* et produit beaucoup moins de spores. La plante est donc gênée dans sa reproduction par ce mode de vie. Par contre, il y apparaît, mais bien mieux constitué que dans la culture fixe, un organe de conservation d'une autre nature : beaucoup de sphères présentent des points noirs; extérieurement, c'est un feutrage de filaments bruns, le cœur est un parenchyme de cellules polygonales à paroi très épaisse et lumière très réduite, rappelant (pour ce qui est de la membrane) le sclérenchyme des plantes phanérogames, mais les cellules sont bien remplies d'un contenu granuleux. C'est, *plus différencié, le sclérote* qu'on observe dans une culture fixe âgée.

» Donc, dans les conditions toutes nouvelles que nous avons imposées à la plante, réduction de la forme conidienne, tendance vers des formes de conservation meilleures. D'ailleurs, le mouvement du liquide favorise, nous l'avons dit, une ramification serrée de la plante, excite, par conséquent, le développement de pseudoparenchyme, qui est l'origine des formes dites parfaites de reproduction.

» En résumé, la plante s'est adaptée à la vie en liquide agité, avec les circonstances suivantes :

» 1° Formes sphériques;

» 2° Résistance plus grande;

» 3° Tendance à la structure cellulaire;

» 4° Formes de conservation meilleures.

» Les changements dans le milieu ont amené des changements importants dans la plante, dans ses caractères de morphologie, de structure et de développement, pouvant nous éclairer sur la signification de ces caractères. »

GÉOLOGIE. — *Recherches géologiques dans le Caucase central.* Note de M. **Vénukoff**, présentée par M. Fouqué.

« L'Administration des chemins de fer russes, avant de construire la ligne Vladicaucase-Tiflis, avait chargé MM. Inostrantzeff, Lœwinson-Lessing, Karakasch et Stréchewsky de faire les recherches géologiques à travers les monts Caucasiens, notamment par les vallées de l'Assa et de Pschavskaïa-Aragva, affluents du Térek et de la Koura. Voici les résultats principaux de ces recherches (¹) :

(¹) Voir l'Ouvrage de M. Inostrantzeff : *Au travers de la chaîne principale du*

» Le tracé du chemin de fer projeté rencontre les dépôts suivants : schistes de la chaîne principale du Caucase, sédiments jurassiques, crétacés et tertiaires, dépôts récents et roches éruptives de différents âges. Les *schistes* argileux noirs fendillés par de nombreuses fissures et plissés tantôt en plis à pente douce, tantôt en plis abrupts et renversés, sont les dépôts les plus anciens de la région. Souvent on trouve intercalées aux schistes des couches de grès quartzeux ou de quartzites; parfois, les schistes sont traversés par des filons de roches éruptives anciennes. Ces schistes ne sont pas tous de même âge géologique : tantôt ils sont paléozoïques, tantôt ils appartiennent aux formations liasiques.

» Les dépôts *jurassiques supérieurs* des deux versants de la chaîne présentent des différences très marquées. Sur le versant nord, ce sont des calcaires tantôt saccharoïdes à gros grain, tantôt cryptocristallins, compacts et aphanitiques; souvent ils sont dolomitisés. Sur le versant sud, les couches jurassiques ont un tout autre caractère : ce sont des calcaires compacts, argileux ou siliceux bigarrés, avec des couches de schistes marneux intercalés. Ces roches ne renferment presque pas de fossiles; pourtant, on y a trouvé les restes de *Rhynchonella* (nord) et d'un ammonite (sud).

» Dans le *système crétacé* l'on constate aussi une différence très marquée entre les dépôts du versant sud et ceux du versant nord. M. Karakasch divise les dépôts du versant nord en quatre étages, qui se distinguent entre eux, non seulement au point de vue paléontologique, mais aussi par leur composition lithologique. Il y a des couches néocomiennes, aptiennes et sénoniennes. Sur le versant sud, M. Lœwinson-Lessing signale une bande étroite des calcaires cristallins, avec les restes de lamellibranches, d'ailleurs difficiles à déterminer.

» Les *dépôts tertiaires* sont très dissemblables sur les deux versants du Caucase. Sur la pente septentrionale, on trouve des argiles noires, des conglomérats et des marnes sableuses, avec des fossiles des âges oligocène et bartonien. Sur le versant méridional, d'après M. Lœwinson-Lessing, l'éocène est représenté par des argiles bigarrées à gypse, des conglomérats et des calcaires bréchiformes, dans lesquels on trouve de nombreux restes microscopiques de *Lithotamnium* et des fragments de coquilles. Les plus récents des dépôts tertiaires, sur le versant sud, rappellent, par leur

---

Caucase. Un vol. in-4°, 250 pages, avec une carte et de nombreuses planches. Saint-Pétersbourg, 1896.

composition lithologique, les Nagelfluhe des Alpes; ils appartiennent à la série miocène et contiennent des restes d'*Helix*.

» Les *dépôts récents* sont représentés au Caucase central par les restes des anciens glaciers et les produits de la désagrégation des roches, de même que par les dépôts formés par des sources minérales qui existent de nos jours.

» Le futur chemin de fer caucasien traversera tous ces dépôts par une ligne de 200^{km} de longueur. Son point culminant sera à la hauteur de 1600^{m}, au milieu d'un tunnel de 11^{km} de longueur, qui percera la chaîne principale du Caucase. Ce tunnel sera construit au travers des roches schisteuses, tandis que le second tunnel, de 7^{km} de longueur, percera les couches calcaires dont sont formées les « Montagnes-Noires », parallèles à la chaîne principale, à la distance moyenne de 35^{km} au nord. Ce deuxième tunnel passera à la hauteur de 1000^{m} au-dessus de la mer. »

M. **C. Blanc** adresse l'énoncé d'un Théorème de Statistique.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 novembre 1896.

Décimalisation du temps et de la circonférence, par M. Bouquet de la Grye, Membre de l'Institut. Paris, Noizette et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième Série. Tome XX. Septembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs pour l'an 1899, publiée par le Bu-

REAU DES LONGITUDES. Paris, Gauthier-Villars et fils. Septembre 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Annuaire pour l'an 1897, publié par le BUREAU DES LONGITUDES. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Faye.)

Leçons de Pathogénie appliquée; Clinique médicale; Hôtel-Dieu; 1895-1896; par M. A. CHARRIN, Professeur agrégé, Médecin des hôpitaux. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-8. (Présenté par M. Bouchard.)

Instructions pour la recherche des animaux articulés, par MM. E.-L. BOUVIER et CH. BRONGNIART. Autun, Dejussieu, 1896; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Maladies des marins et épidémies nautiques; moyens de les prévenir et de les combattre, par les Drs BUROT, Médecin principal de la Marine, et M.-A. LEGRAND, Médecin de première classe de la Marine. Paris, L. Baudoin, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. l'amiral de Jonquières.)

Théorie de la stabilité des locomotives, par M. J. NADAL, Ingénieur des Mines. (Extrait des *Annales des Mines*). Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1896; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus des séances de la deuxième Conférence générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-4°.

Annuaire météorologique pour 1894, publié par l'Institut royal météorologique des Pays-Bas. Utrecht, I. Bœkhoven, 1896; 1 vol. in-4°.

Fragmenta phytographiæ Australiæ contulit FERDINANDUS DE MUELLER. Melbourne, vol. VI à XI; 6 vol. in-8°.

Sulla propagazione dell' elettricità nei gas attraversati dai raggi di Röntgen. Memoria del professor AUGUSTO RIGHI. Bologna, 1896.

ERRATA.

(Séance du 2 novembre 1896.)

Note de M. *Th. Schlœsing* fils, Uniformité de la répartition de l'argon dans l'atmosphère :

Page 697, ligne 13 en tête de la première colonne de chiffres, *au lieu de* azote, *lisez* azote et argon.

(Séance du 16 novembre 1896.)

Note de M. *André Delebecque,* Sur l'étang de Berre et les étangs de la côte de Provence situés dans son voisinage :

Page 847, ligne 7, *au lieu de* la première, *lisez* le premier.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 NOVEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Michel Lévy* dans la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Daubrée*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Michel Lévy** prend place parmi ses Confrères.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les solutions périodiques et le principe de moindre action.* Note de M. **H. Poincaré**.

« La théorie des solutions périodiques peut, dans certains cas, se rattacher au principe de moindre action.

» Supposons trois corps se mouvant dans un plan et s'attirant en raison inverse du cube des distances ou d'une puissance plus élevée de ces distances : j'appelle a, b, c ces trois corps.

» L'énergie cinétique T est essentiellement positive et il en est de même de la fonction des forces U, qui est égale à une somme de termes de la forme

$$\frac{kmm'}{r^n},$$

où k est une constante positive, m et m' les masses de deux des trois corps, r leur distance et n un exposant au moins égal à 2.

» L'action hamiltonienne

$$J = \int_{t_0}^{t_1} (T+U)\,dt$$

sera donc essentiellement positive.

» Considérons une classe de trajectoires de nos trois corps a, b, c : ce seront des trajectoires fictives, c'est-à-dire ne satisfaisant pas aux équations du mouvement; mais elles seront soumises aux conditions suivantes :

» 1° Au temps t_1 les distances des trois corps seront les mêmes qu'au temps t_0; les vitesses seront les mêmes en grandeur et feront les mêmes angles avec les côtés du triangle des trois corps; en d'autres termes, la figure formée par les trois corps et par les droites qui représentent leurs vitesses aura repris à l'époque t_1 la même forme qu'elle avait à l'époque t_0; ou bien encore les distances de ces trois corps seront des fonctions périodiques du temps de période $t_1 - t_0$.

» 2° La droite bc aura, entre les époques t_0 et t_1, tourné d'un angle donné ω_1.

» 3° La droite ac aura, entre ces mêmes époques, tourné d'un angle donné $\omega_1 + 2K_2\pi$, K_2 étant un entier donné.

» 4° La droite ab aura tourné d'un angle $\omega_1 + 2K_3\pi$, K_3 étant un entier donné.

» Une classe de trajectoires fictives se trouve ainsi définie par trois constantes entièrement arbitraires t_0, t_1 et ω_1 et par deux entiers arbitraires K_2 et K_3.

» Mais l'action hamiltonienne, ne pouvant devenir négative, admettra un minimum, et, en vertu du principe de moindre action, la trajectoire qui correspondra à ce minimum devra être une trajectoire effective et satisfaire aux équations du mouvement.

» Cette trajectoire effective, d'après sa définition, correspondra à une solution périodique du problème dont la période sera $t_1 - t_0$.

» Je me propose de démontrer que, dans chaque classe de trajectoires fictives, il y en a une qui correspond à un minimum de l'action hamiltonienne et, par conséquent, à une solution périodique.

» Pour cela, il me suffit de faire voir qu'en faisant varier d'une manière continue notre trajectoire fictive, elle ne pourra passer d'une classe à l'autre sans que l'action hamiltonienne devienne infinie.

» En effet, le passage d'une classe à l'autre s'effectuera lorsque deux des trois corps viendront à se rencontrer. Si, par exemple, a et c se rencontrent, la trajectoire considérée T sera infiniment voisine de deux autres T′ et T″; pour T′, le corps a passera très près de c, mais à droite; pour T″, il passera très près de c, mais à gauche. Il est clair que les valeurs de l'entier K_2, qui correspondent à T′ et à T″, différeront d'une unité.

» Je dis maintenant que, si a et c se rencontrent, l'action est infinie.

» En effet, l'action sera du même ordre de grandeur que

$$\int 2\,U\,dt,$$

ou que

$$\int 2\sqrt{U}\,dr,$$

ou que

$$2kmm'\int \frac{dr}{r^{\frac{n}{2}}},$$

c'est-à-dire infinie si $n \geqq 2$. Or on a $n = 2$ si, comme nous le supposons, l'attraction s'exerce en raison inverse du cube des distances.

» Alors, dans chaque classe, il doit y avoir un minimum de l'action; il doit donc y avoir une trajectoire effective, et cette trajectoire correspond à une solution périodique du problème.

» A chaque système de valeurs des deux constantes arbitraires $t_1 - t_0$ et ω_1 et des deux entiers K_2 et K_3 correspond une solution périodique.

» Notre raisonnement ne s'applique évidemment que si l'attraction pour les très petites distances est du même ordre de grandeur que l'inverse du cube de la distance ou d'ordre plus grand.

» Dans tous ces cas, il y aura une infinité de solutions périodiques.

» Mais, dans le cas de la loi de Newton, l'action ne devient plus infinie quand les deux corps se rencontrent; nous ne pouvons plus affirmer qu'il y a une solution périodique dans chaque classe.

» Tout ce que nous pouvons dire, c'est qu'à chaque valeur de la période $t_1 - t_0$, et à chaque valeur de l'angle ω_1 (en ne considérant pas comme distinctes deux valeurs différant d'un multiple de 2π), correspond une solution périodique.

» On pourrait obtenir certains autres résultats par l'artifice suivant : supposons que la loi d'attraction soit celle de Newton tant que la distance est supérieure à une très petite quantité ε, et celle de l'inverse du cube des distances, quand la distance est plus petite que ε. Alors, les trajectoires seront les mêmes qu'avec la loi de Newton, sauf si deux des corps s'approchent beaucoup l'un de l'autre, auquel cas le mouvement serait troublé pendant un temps très court. Au problème ainsi modifié, les considérations qui précèdent s'appliquent, mais les résultats, applicables au problème ordinaire des trois corps, que l'on peut obtenir ainsi, ne paraissent pas susceptibles d'un énoncé simple. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Exploration scientifique en ballon.*
Note de M. **Mascart**.

« La Conférence météorologique internationale, réunie à Paris dans le mois de septembre dernier, a constitué plusieurs Commissions spéciales, chargées d'étudier différentes questions relatives à la Physique du globe. L'une d'elles, présidée par M. Hergesell, a reçu la mission de coordonner les expériences scientifiques faites soit ballon monté soit en ballon libre ou ballon-sonde, et d'organiser des expéditions simultanées à certaines époques convenues par une entente commune. On est en droit d'espérer que ce concours général à une même entreprise fournira les plus précieux renseignements sur les variations de température et le régime du vent dans les hautes régions de l'atmosphère.

» Une première expérience a été faite dans la nuit du 13 au 14 novembre. Les stations de Berlin, Munich, Varsovie et Saint-Pétersbourg ont expédié des ballons montés; en même temps, des ballons libres étaient lancés de Paris, Berlin, Strasbourg et Saint-Pétersbourg. Chacune des ascensions doit être l'objet d'une étude particulière, mais il est intéressant d'en indiquer déjà les principaux résultats.

» Pour les ballons montés, celui de Berlin, parvenu à 5650^m, a observé une température de $-24°,4$; celui de Munich s'est élevé vers 3500^m et a obtenu $-6°,5$; celui de Varsovie a observé $-20°$ à 2000^m; celui de Saint-Pétersbourg a atteint 5000^m et obtenu $-27°,5$ à 4300^m.

» Dans les ascensions libres, les observations doivent naturellement se déduire des indications fournies par les appareils enregistreurs ; elles exigent, pour la température, une discussion très attentive à cause des dépôts de givre ou de neige qui peuvent altérer les résultats.

» Le ballon de Saint-Pétersbourg a éclaté presque aussitôt après son départ; celui de Berlin s'est élevé à 6000^m et indique une température minimum de -24°; celui de Strasbourg a atteint 7700^m et noté -30° pour la hauteur de 6000^m. Enfin le ballon de Paris, qui avait été organisé par MM. Hermite et Besançon, a monté jusqu'à 15000^m en indiquant une température de -60°. Il est intéressant de rappeler que des températures de -51° à -70° avaient été déjà obtenues par les mêmes observateurs dans des ascensions antérieures de 14000^m à 15500^m.

» La Note de MM. Hermite et Besançon fournit des détails plus circonstanciés sur ce voyage du ballon libre de Paris [1].

» Il m'a paru utile d'appeler l'attention de l'Académie sur une entreprise digne de tous les encouragements. »

HYDROLOGIE. — *Dosage de l'acide nitrique dans les eaux de la Seine, de l'Yonne et de la Marne, pendant les dernières crues.* Note de M. **Th. Schlœsing.**

« Le 17 mars 1876 une crue extraordinaire de la Seine atteignait la hauteur de $6^m,5$ à l'échelle de la Tournelle. Boussingault fit puiser de l'eau au pont d'Austerlitz et y dosa l'acide nitrique; il en trouva seulement $1^{mg},2$ par litre. Au moment de la prise, le débit du fleuve, calculé par Belgrand, était de 1661^{mc}. La crue qui s'est produite dernièrement n'a pas acquis l'importance de celle de 1876; elle compte cependant parmi les grandes crues ordinaires, et j'en ai profité pour répéter le dosage de Boussingault non seulement dans l'eau de la Seine à Paris, mais aussi dans celles de l'Yonne, de la haute Seine et de la Marne.

» Averti par M. l'Ingénieur en chef G. Lemoine que la crue de l'Yonne, très extraordinaire, atteindrait sa plus grande hauteur le 1er novembre, et que le maximum de celle de la Seine aurait lieu à Paris à peu près en même temps, j'ai fait prélever, au jour indiqué, des échantillons d'eau dans l'Yonne et la haute Seine, au pont de Montereau qui traverse, comme on sait, les deux rivières immédiatement avant leur confluent.

---

(1) Voir plus loin, à la *Correspondance*, page 961.

» Le lendemain, 2 novembre, ont eu lieu les prises en Seine, au pont des Invalides, et en Marne, au pont de Charenton. La Seine avait baissé de quelques centimètres, mais sa cote était encore de $5^m,20$ au pont d'Austerlitz; la Marne décroissait lentement depuis quelques jours.

» Voici les résultats de mes dosages :

	Acide nitrique dans 1 litre.
Yonne à Montereau	5,08 mg
Haute Seine à Montereau	3,13
Marne à Charenton	4,46
Seine à Paris	4,50

M. Lemoine a bien voulu calculer les débits de la Seine et de ses deux affluents au moment des prises; je le prie de recevoir mes remercîments pour son extrême obligeance. Le débit de l'Yonne s'élevait au chiffre, énorme pour elle, de 800^{mc}; celui de la haute Seine était seulement de 200^{mc}. La Seine à Paris roulait 1240^{mc}, et la Marne 300^{mc}. Si, à l'exemple de Boussingault, on calcule, d'après les données précédentes, les quantités d'acide nitrique emportées en vingt-quatre heures par ces rivières, et celles du salpêtre équivalent, on trouve les nombres suivants :

	Acide nitrique.	Salpêtre.
Yonne	351000 kg	650000 kg
Haute Seine	54000	101000
Marne	107000	200000
Seine à Paris	486000	909000

» Je n'ai pas été peu surpris de trouver, en temps de grande crue, des titres nitriques si supérieurs à celui qu'avait observé Boussingault; d'où peut provenir une telle différence? Je vais essayer de lui trouver une cause, en m'appuyant sur des observations dont j'ai déjà entretenu l'Académie.

» Les eaux des grandes crues sont fournies, à la fois, par les sources pérennes, les sources non pérennes que Belgrand appelle *éphémères*, et par les ruissellements. Les sources pérennes, parmi lesquelles on peut comprendre les nappes souterraines qui descendent les coteaux des rivières, possèdent, en général, des titres nitriques peu variables; leurs bassins ont, en effet, de grandes dimensions en surface et en profondeur; ce sont de vastes réservoirs jouant le rôle de régulateurs de la constitution des eaux.

» Les sources éphémères, au contraire, présentent une variabilité de titre d'autant plus grande qu'elles sont moins importantes, ou, ce qui revient au même, que leurs bassins sont plus restreints. Il y a un nombre extrêmement considérable de ces petites sources qui varient de composition autant que l'eau de drainage sortant d'un champ; elles ont un titre nitrique très élevé lorsqu'elles se mettent à couler à la fin de la saison chaude ou au début de l'hiver, à la suite de pluies qui ont dissous tout le nitrate formé et conservé pendant l'été; mais leur titre descend au plus bas, quand elles débitent les eaux pluviales tombées sur une terre dépouillée par des lavages antérieurs. Il s'en faut que toutes les sources éphémères se trouvent dans ce cas extrême; beaucoup se rapprochent des sources pérennes par l'étendue de leurs bassins et la quasi-constance de leur constitution. On admettra, cependant, sans difficulté, qu'il y a, à certains moments, surtout à la fin de l'été, dans une foule de terrains dont la somme fait une fraction notable du bassin entier de la Seine, une masse considérable de nitrates prêts à être entraînés par les pluies vers des sources éphémères et de là dans les cours d'eau. On admettra encore que, dans les mélanges formés par l'ensemble de ces sources, la proportion des nitrates est essentiellement dépendante des conditions climatériques et variable comme elles.

» Quant aux ruissellements, si leur titre n'est pas constant, on peut du moins être assuré qu'il est constamment très faible.

» On voit, en résumé, que les quantités d'acide nitrique emportées par les crues dépendent des proportions relatives et des titres d'eaux de trois sortes : les eaux des sources pérennes à titres à peu près constants (environ 9^{mg} pour l'ensemble de celles qui alimentent la Seine au-dessus de Paris); les eaux des sources éphémères à titres variables; enfin les eaux de ruissellement, toujours pauvres. Quand les eaux des sources éphémères sont riches, elles concourent avec les sources pérennes pour soutenir le titre moyen ; elles concourent avec les ruissellements pour l'abaisser, quand elles sont pauvres.

» Revenant maintenant aux crues de 1876 et 1896, je vais comparer les circonstances climatériques qui les ont précédées.

M. Angot, chef du service de Climatologie au Bureau central de Météorologie, a bien voulu me faire connaître, pour chaque mois de l'année 1875, à partir de mai (1), et pour les trois premiers mois de 1876, le rapport entre

---

(1) Il est inutile de remonter au delà du mois de mai, parce que, au début du prin-

la hauteur moyenne des pluies tombées dans le bassin de la Seine et la hauteur normale correspondante, déduite de trente années consécutives d'observations, de 1861 à 1890 :

Mai 1875......	0,8	
Juin...........	1,2	
Juillet.........	1,3	
Août..........	1,6	(très pluvieux).
Septembre.....	1,1	
Octobre.......	1,0	
Novembre 1875.	1,6	(très pluvieux).
Décembre.....	0,4	(très sec).
Janvier 1876...	0,4	(très sec).
Février.... ...	2,4	(extrêmement pluvieux).
Mars..........	2,4	(extrêmement pluvieux).

» Les mois de juin, de juillet, d'août surtout ont été plus humides qu'à l'ordinaire; toutefois, selon la loi de Dausse, leurs pluies ne sont guère sorties de la couche végétale et n'ont pas profité aux cours d'eau. Mais le mois de novembre a été très pluvieux; l'entraînement des nitrates a dû commencer avec lui; en tous cas, la terre a été saturée d'eau et est restée à peu près en cet état pendant l'hiver, en sorte que les grandes pluies de février 1876 ont pu, dès leur début, entraîner le reste des nitrates et achever le lavage du sol. Les pluies suivantes, encore très abondantes, n'ont plus apporté de nitrates aux sources éphémères; dès lors ces sources ont agi sur le titre nitrique comme les ruissellements, et l'ont abaissé avec eux jusqu'à $1^{mg},2$.

» Les conditions climatériques ont été bien différentes pour la crue de 1896. Après une sécheresse prolongée, les pluies ont commencé à la fin de juillet, et ont été très fréquentes en août, septembre et octobre. Toutefois, jusqu'au milieu de ce dernier mois, les cours d'eau ont été peu impressionnés. C'est ce que montre très nettement le graphique de leurs cotes quotidiennes dont je dois la communication à M. Lemoine. On y voit que, pendant les quinze premiers jours d'octobre, la Seine à Paris, la haute Seine à Bray se tiennent à la cote d'un mètre, avec de faibles variations; la Marne reste à Chalifert à une cote sensiblement moindre, l'Yonne à Sens à une cote un peu supérieure. Ainsi, jusqu'au 15 octobre, les pluies se sont bornées à imbiber le sol à saturation, à dissoudre les nitrates accumulés pendant l'été, à acheminer leurs dissolutions vers les sources. Mais, à partir de cette date, une montée rapide se produit partout en même temps, et le 1er novembre, la Seine atteint à Paris $5^{m},30$. C'est pendant cette montée que, poussées par de nouvelles pluies, les dissolutions nitrées ont été déver-

---

temps, il ne reste pour ainsi dire plus de nitrates dans le sol; les pluies d'automne et d'hiver ont emporté tout l'approvisionnement formé pendant l'été.

sées dans les cours d'eau, principalement par les sources éphémères. A l'inverse de ce qui arriva en 1876, ces sources ont contribué à soutenir les taux élevés de nitrates des sources pérennes, et, malgré les ruissellements, le titre de la crue s'est maintenu entre 4^{mg} et 5^{mg}.

» Si le genre d'étude inauguré par Boussingault, et que je continue dans la présente Note, est poursuivi ultérieurement, on arrivera probablement à cette conclusion, qui serait aujourd'hui quelque peu prématurée, que les grandes crues d'automne contiennent beaucoup plus de nitrates que celles de la fin de l'hiver. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des lymphatiques de la villosité intestinale chez le rat et le lapin;* par M. L. **Ranvier**.

« Dans une Note antérieure, j'ai déjà fait connaître la forme et la disposition des vaisseaux lymphatiques de la villosité intestinale du rat (*Mus decumanus*). Je les rappellerai en quelques mots : la villosité intestinale de cet animal n'est point cylindrique comme celle de la plupart des autres mammifères. Elle est mince, foliacée et semi-lunaire. Elle n'a pas de chylifère central. Il y entre trois, quatre, cinq, voire même un nombre plus considérable de vaisseaux lymphatiques qui se terminent chacun par un cul-de-sac. Souvent ces lymphatiques s'anastomosent entre eux par des branches transversales ou plus ou moins obliques.

» Chez le lapin, la villosité intestinale est cylindrique. Son centre est occupé par un gros chylifère en forme d'ampoule. Je n'ai jamais observé chez d'autres animaux un si gros chylifère central. Ce chylifère s'éloigne par des caractères importants du schéma classique. Il provient sans doute de la confluence de plusieurs vaisseaux lymphatiques; c'est du moins ce que l'on peut conclure des formes que je vais décrire brièvement.

» Parmi ces formes, celle qui a d'abord attiré mon attention est celle que j'ai désignée sous le nom d'*anneau de clé* dans mon Traité technique, à propos des lymphatiques des papilles de la peau de l'homme. Il semble que deux lymphatiques d'abord fondus en un seul se séparent ensuite pour se fondre de nouveau ou plutôt pour s'anastomoser par inosculation, ou bien qu'un lymphatique en forme d'anse se soit soudé à lui-même au niveau de la base de l'anse. Il y a, en effet, dans la villosité intestinale du lapin des chylifères en forme d'anse.

» Quelle que soit sa forme (ampoule, anse, anneau de clé), le chylifère

central est toujours en communication avec le réseau lymphatique de la muqueuse par plusieurs vaisseaux. Le nombre de ces vaisseaux est, en général, supérieur à deux. On en observe souvent quatre, cinq et même six.

» Si l'on généralise les observations que j'ai faites antérieurement sur le développement des vaisseaux et des capillaires lymphatiques, on est conduit à penser que le chylifère central résulte de la confluence de tous les vaisseaux qui le mettent en communication avec le réseau lymphatique de la muqueuse intestinale. Cette manière de voir est encore confirmée par la comparaison des lymphatiques de la villosité intestinale chez le lapin et chez le rat. On conçoit, en effet, que, si la villosité foliacée de ce dernier animal était revenue sur elle-même pour affecter la forme cylindrique, les lymphatiques qu'elle contient, ramenés les uns auprès des autres, arriveraient à se toucher et à se fusionner. A ce propos, je dois signaler maintenant une disposition, que j'ai laissée de côté avec intention dans la description que j'ai faite tout d'abord, afin de la simplifier. Les différents chylifères qui occupent la villosité du rat se rendent tous dans un réservoir, une sorte d'ampoule qui occupe la base de la villosité. Cette ampoule fait partie du réseau lymphatique de la muqueuse.

» Quelle que soit leur disposition, les lymphatiques de la villosité intestinale sont toujours situés dans un plan plus profond que les capillaires sanguins. Ils en sont séparés par l'appareil musculaire de la villosité. Cet appareil est une dépendance de la musculeuse de la muqueuse. C'est là un fait qui me paraît très important au double point de vue de la Morphologie et de la Physiologie.

» Au point de vue de la Morphologie, supposons, ce qui est très vraisemblable, que les chylifères de la villosité soient des culs-de-sac émanés du réseau lymphatique de la muqueuse intestinale, se développant peu à peu par extension, on conçoit qu'ils puissent refouler devant eux les éléments musculaires de la musculeuse de la muqueuse. Un point d'observation directe vient confirmer cette hypothèse : *la musculeuse de la muqueuse fait défaut à la base de la villosité intestinale.*

» Le point de vue physiologique n'est pas moins important. Que se produira-t-il du côté des chylifères au moment de la contraction des éléments musculaires de la musculeuse de la muqueuse? On peut aisément le concevoir. Les chylifères de la villosité, soumis à une compression énergique, expulseront le liquide qu'ils contenaient, et ce liquide trouvera une issue d'autant plus facile dans le réseau lymphatique de l'intestin que la base de la villosité étant dépourvue d'éléments contractiles ne lui offrira aucune résistance.

» Le rôle des fibres musculaires comprises dans les villosités et les différentes tuniques intestinales a une grande importance, car tous les lymphatiques de l'intestin, y compris ceux qui occupent les villosités, sont des capillaires lymphatiques, c'est-à-dire qu'ils sont de simples tubes endothéliaux. Les cellules qui les forment sont denticulées. Tout au contraire, les chylifères qui se dégagent de l'intestin et sillonnent le mésentère sont de petits troncs lymphatiques; ils sont tapissés de cellules plates, fusiformes, semblables à celles de l'endothélium des veines; ils possèdent une tunique musculaire et sont munis de valvules. Ils ont donc tout ce qu'il faut pour assurer la circulation de la lymphe.

» Les faits exposés ci-dessus sont faciles à observer dans de bonnes préparations. Mais, pour faire ces préparations, il faut être exercé à la pratique des injections. Injecter, par exemple, les lymphatiques de l'intestin grêle du rat est une opération délicate. Je crois être le seul à y avoir réussi. De ces faits je veux surtout retenir ceux qui sont relatifs à la confluence et à l'abouchement des vaisseaux lymphatiques, parce qu'à mon avis ils constituent des données fondamentales pour comprendre le développement des ganglions lymphatiques, développement dont je m'occuperai dans une prochaine Communication. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète périodique Giacobini.* Note de M. **Perrotin** (1).

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie un nouveau système d'éléments de la comète Giacobini (1), calculés, sur mes indications, par l'auteur même de la découverte, à l'aide des observations faites à Nice depuis le 4 septembre jusqu'au 3 novembre 1896 :

1896, octobre 5,5, temps moyen de Paris.

$$M = 356°.47'.55'',42$$
$$\left.\begin{aligned}\pi &= 333.39.27,49\\ \Omega &= 193.16.10,48\\ i &= 11.23.\ 7,07\end{aligned}\right\}\text{ écliptique et équinoxes moyens de 1896, 0.}$$
$$\varphi = 36.35.57,85$$
$$\log a = 0,5575974$$
$$\log \mu = 2,7136105$$

(1) Voir les *Comptes rendus* du 12 octobre 1896.

» Voici comment se trouvent représentées les observations individuelles :

		cos δ Δα.	Δδ.
1896. Septembre	4	+0,29	−1,9
»	6	−0,19	+3,7
»	7	+0,39	+3,8
»	8	−0,14	−1,1
»	11	−0,49	−2,8
»	12	+0,03	−2,0
»	15	+0,16	−3,0
»	26	+0,20	+0,4
»	27	+0,46	−0,5
1896. Septembre	28	+0,32	−1,6
Octobre	5	−0,02	+1,5
»	8	−0,22	−1,0
Octobre	29	+0,31	−1,5
Novembre	1	−0,74 (1)	−0,2
»	2	+0,21	−1,5
»	3	+0,44	+1,9

» Si l'on fait abstraction de quelques écarts qui proviennent de mesures faites dans des conditions atmosphériques défavorables, on voit que la représentation est des plus satisfaisantes.

» Ces nouveaux éléments, basés sur deux mois d'observations, ne diffèrent pas notablement de ceux que le regretté M. Tisserand transmettait, en mon nom, à l'Académie, il y a seulement quelques semaines; mais ils sont beaucoup plus exacts, puisque les éléments actuels représentent un arc héliocentrique de 38° environ, tandis que les précédents correspondaient à un arc qui était moitié moindre.

» Ils confirment, en les précisant, les résultats déjà obtenus ou simplement indiqués dans une première approximation.

» La comète est bien périodique comme nous l'avons déjà reconnu. Sa distance aphélie est à peine plus grande que le rayon vecteur correspondant de Jupiter, et cette circonstance, jointe à la faible inclinaison du plan de l'orbite de la comète sur le plan de l'écliptique a pour effet d'amener la nouvelle comète, pour une longitude voisine de 170°, dans la sphère d'activité de la plus grosse planète de notre système.

» La comète Giacobini appartient donc, décidément, au groupe si inté-

(1) Erreur probable d'une seconde dans l'étoile de comparaison.

ressant des astres qui, retenus dans le système solaire par l'action de Jupiter, peuvent en être chassés sous l'influence de la même cause.

» Les nouveaux éléments, tout comme les premiers, se rapprochent beaucoup de ceux de la comète Faye; mais il y a plus, le criterium de Tisserand, appliqué à l'un et à l'autre de ces astres, fournit, pour l'expression bien connue, $\frac{1}{a} + \frac{2\sqrt{A}}{R^2} \cos i . \cos \varphi . \sqrt{a}$, deux valeurs qui sont presque identiques : la comète Faye conduit au nombre 0,507, la comète Giacobini au nombre 0,508, en ce qui concerne le point de plus grande proximité (1).

» Ce remarquable résultat, rapproché de la ressemblance des éléments, vient témoigner en faveur d'une étroite parenté entre les deux comètes, parenté dont les observations futures permettront d'établir et de fixer le caractère.

» Quoi qu'il en soit, la nouvelle comète a été déjà suivie pendant un temps assez long pour qu'on puisse l'observer sans trop de difficulté lors de son prochain retour, qui aura lieu dans $6^{ans},89$, et l'on peut espérer qu'à ce moment la liste des comètes périodiques se sera enrichie d'un astre nouveau dont la Science sera, pour une bonne part, redevable au fondateur de l'observatoire de Nice.

» *Remarque.* — La comète vient d'être observée de nouveau à Nice, le 27 courant, à l'aide du grand équatorial, par M. Javelle qui n'a pas constaté de changement sensible dans l'éclat depuis le commencement de ce mois. Le fait semble d'autant plus étrange que, pendant les premières observations, cet éclat avait diminué brusquement en quelques jours (du 15 au 26 septembre) et que l'on pouvait craindre à ce moment que la comète ne pût être observée que fort peu de temps et d'une manière insuffisante pour la connaissance des éléments de son orbite.

» C'est une particularité qui vient s'ajouter à celles que l'on a signalées dans ces derniers temps chez certaines comètes, depuis surtout que des instruments de grande puissance optique permettent de les suivre plus longtemps dans leur mouvement autour du Soleil.

» Pour ne pas avoir à revenir sur ce sujet, nous dirons encore que les 26, 27 et 28 septembre dernier, nous avons cru distinguer, dans le voisinage immédiat de l'astre principal, dans l'angle de position de 225°, la présence d'un compagnon extrêmement faible, d'ailleurs mal défini dans la forme,

---

(1) Un point secondaire donne 0,535, qui correspond aux comètes Tempel-Swift, 1869, et de Vico, 1844.

mais dont l'existence pourrait bien avoir quelque rapport avec les anomalies dont nous parlons.

» Nous devons ajouter que, les 5 et 8 octobre, la comète était devenue très faible et se trouvait alors à la limite de la visibilité (le compagnon avait totalement disparu). Par contre, elle a été observée en novembre sans la moindre difficulté. De tout ceci il semble résulter que la comète a d'abord diminué d'éclat, du commencement de septembre aux premiers jours d'octobre, mais d'une façon irrégulière, pour augmenter ensuite jusqu'en novembre, contrairement aux indications du calcul qui veut que l'éclat ait été constamment en diminuant depuis la date de la découverte. Les phénomènes si curieux sur lesquels nous appelons l'attention des astronomes sont donc d'un ordre purement accidentel et ne recevront pas de longtemps sans doute d'explication plausible; mais ils n'en sont pas moins dignes d'être signalés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Déterminations actinométriques faites au mont Blanc.* Note de MM. **Crova** et **Houdaille**, présentée par M. Janssen.

« Notre but était d'étudier, à diverses altitudes, les courbes diurnes de l'intensité calorifique de la radiation solaire et de chercher ce que devient, à diverses hauteurs, la dépression de midi que l'un de nous avait signalée à Montpellier, et qui se produit dans des conditions plus nettes encore au sommet du mont Ventoux (alt. 1907^{m}) (1). Le régime froid et pluvieux de l'été de 1896 a été un grand obstacle à nos observations; mais, quoique nous n'ayons pu faire qu'un nombre assez restreint de déterminations, celles-ci nous paraissent présenter assez d'intérêt pour que nous croyions devoir les communiquer à l'Académie des Sciences.

» Sur le massif du mont Blanc se trouvent, à des altitudes très différentes, des stations qui nous ont paru favorables à ces études. Nous devons adresser nos remercîments à M. Janssen; les moyens matériels qu'il a bien voulu mettre à notre disposition et ses conseils, que rendait précieux sa haute expérience des observations en montagne, nous ont été d'un grand secours.

» Les déterminations actinométriques ont été faites aux deux actino-

---

(1) Crova et Houdaille, *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 35, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXI.

mètres de M. Crova, préalablement comparés avec soin à Montpellier, et étalonnés sur son pyrhéliomètre à mercure; nous avons fait aussi des observations hygrométriques avec l'hygromètre à condensation intérieure de M. Crova; l'emploi de l'éther absolu, additionné de chlorure de méthyle quand cela a été nécessaire, nous a permis d'enfermer le point de rosée, même par un vent assez fort, entre les limites de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de degré; enfin, le photopolarimètre de M. Cornu nous a donné d'excellentes indications sur la polarisation atmosphérique, qui a été déterminée dans le vertical du Soleil, à 90° de sa direction.

» Nous avons fait une première série d'observations simultanées le 19 août; M. Houdaille était aux Grands-Mulets (altitude 3020^{m}) et M. Crova à Chamonix (altitude 1050^{m}).

» La journée fut peu favorable et, au lieu de faire les observations à des heures déterminées, il fut nécessaire d'utiliser les moments où les régions du ciel voisines du Soleil étaient libres de nuages; le 20, la neige tomba sur les hauteurs; mais le 21, le ciel s'étant éclairci, M. Crova monta aux Grands-Mulets. Le 22, la neige tomba toute la journée; mais le 23, le ciel s'étant découvert, un petit nombre d'observations put être fait; le temps se couvrit ensuite et il nous fallut descendre à Chamonix les guides ayant déclaré la route du sommet impraticable; depuis, l'état du ciel s'opposa à toute nouvelle tentative.

Observations actinométriques faites le 18 août à Chamonix.

h m	cal	h m	cal	h m	cal
9.00	1,232	1.30	1,335	3.21	1,242
10.00	1,292	2.50	1,378	3.55	1,212
11.00	1,320	3.13	1,232		

» Polarisation à $7^{h}35^{m}$ du matin : 0,731.

» Le matin, le brouillard flottait sur l'Arve; il s'élevait en se disloquant, puis se dissolvait, à mesure que la hauteur du Soleil augmentait; le sommet du mont Blanc se recouvrait de légers cirrus qui finirent par se dissoudre vers midi. Quoique le ciel fût en apparence très pur dans le voisinage du Soleil, la courbe diurne fut déprimée; après midi, toute trace de nuages avait disparu, et la courbe se releva et devint plus régulière.

» *Grands-Mulets,* 18 *août au soir.* — La polarisation atmosphérique à $6^{h}45^{m}$ a été 0,788. Ce nombre est le plus élevé que nous ayons jamais obtenu; le ciel était d'un bleu foncé tirant sur le noir; ce sont là les conditions les plus favorables aux observations actinométriques; malheureusement, elles ne se reproduisirent plus à ce degré.

» *Grands-Mulets,* 19 *août.* — L'état hygrométrique égal à 0,319 à $8^{h}50^{m}$ du matin s'éleva à 0,821 à $4^{h}47^{m}$ du soir; la tension de la vapeur d'eau atteignit un minimum de $1^{mm},92$ à $7^{h}46^{m}$ du matin, et ne dépassa pas un maximum de $5^{mm},38$ à $4^{h}47^{m}$ du soir.

» La polarisation, assez faible, ne dépassa pas 0,574; les circonstances atmosphériques étaient déjà moins bonnes.

Observations actinométriques.

h m	cal	h m	cal
9.58	1,406	11.58	1,401
11.3	1,487	1.58	1,793
11.40	1,546	3.17	1,481

» Malgré les circonstances défavorables, l'intensité est très forte; vers midi, sa diminution est nette, puis elle s'élève vers 2^h à $1^{cal},793$, valeur qui, malgré l'absorption exercée depuis les limites de l'atmosphère jusqu'aux Grands-Mulets, est *supérieure, même à la constante solaire de Pouillet* (1).

» Il est important de noter que, même aux deux tiers seulement de la hauteur du mont Blanc, on peut obtenir des valeurs non encore observées jusqu'à ce jour, mais à condition de faire une ou plusieurs séries diurnes et d'observer autant que possible en dehors de la dépression de midi.

» *Chamonix*, 19 *août*. — Le ciel se dégage vers 7^h; mais il n'est pur qu'entre $11^h 30^m$ et 3^h.

Observations actinométriques.

$11^h 40^m$..........	$1^{cal},345$	$2^h 35^m$..........	$1^{cal},190$
$11^h 57^m$..........	$1^{cal},330$	$2^h 45^m$..........	$1^{cal},231$

» La dépression du milieu de la journée est nettement accusée.

» La polarisation de 0,629 le matin, s'élève à 0,731 à $11^h 40^m$.

» La tension de vapeur, égale à $8^{mm},79$ au début, atteint $9^{mm},59$ à $1^h 52^m$.

Grands-Mulets, 23 *août*. — *Observations actinométriques.*

$7^h 31^m$.....	$1^{cal},379$	$7^h 53^m$.....	$1^{cal},452$	$8^h 11^m$.....	$1^{cal},438$
Polarisation : à $7^h 21^m$.....	0,616		à $8^h 25^m$.................		0,602

» Le temps se couvre; les observations sont arrêtées.

» Bien que nous n'ayons pu atteindre le but que nous nous proposions, nous pouvons déduire des observations précédentes quelques conclusions :

» 1° La radiation est plus intense aux Grands-Mulets qu'à Chamonix;

---

(1) Dans notre série d'observations à Montpellier, qui comprend une durée de onze années, on a quelquefois noté des intensités de $1^{cal},6$.

en prenant la moyenne de toutes les observations faites à des heures différentes, on trouve :

	cal
Grands-Mulets (3020m), valeur moyenne..........................	1,497
Chamonix (1050m), valeur moyenne................................	1,242
Montpellier (48m), moyenne du mois d'août........................	1,059
Moyenne de onze années d'observations, faites au voisinage de midi...	1,059

» 2° La dépression de midi est manifeste à Chamonix et aux Grands-Mulets; la courbe diurne paraît se déprimer dès que le Soleil plonge dans les vallées, et se relève l'après-midi, pour suivre ensuite une marche assez régulière. Ces phénomènes s'expliquent par la migration diurne de la vapeur d'eau du fond des vallées, sa condensation contre les sommets plus froids, puis sa dissolution dès que l'air ascendant est devenu plus sec. M. Janssen a rendu compte de ces phénomènes qu'il a eu souvent l'occasion d'observer (¹); ils constituent un des obstacles les plus sérieux au calcul des déterminations faites en montagne et peuvent, même par des ciels en apparence très purs, conduire à des valeurs inexactes et très déprimées de la constante solaire.

» Le calcul de cette constante doit être fait, non à l'aide d'observations isolées, mais en transformant la courbe diurne, lorsqu'elle peut être obtenue avec précision au moins pendant une demi-journée, en courbe des intensités en fonction des masses traversées. Cette constante sera calculée à l'aide du coefficient de transmissibilité qui est lui-même fonction des masses traversées, la composition de la radiation solaire variant d'une manière continue avec elles.

» Nous avons essayé de calculer cette constante, quoique nos observations s'y prêtent peu. En combinant les observations des Grands-Mulets du 19 août, faites à $1^h 58^m$ et $3^h 17^m$, avec celles de la même station du 23 août, à $7^h 31^m$ et $7^h 53^m$, qui paraissent avoir été le moins influencées par la dépression de midi, nous avons trouvé, en nous servant de la formule (²)

$$y = \frac{\Delta}{(x+1)^p},$$

dans laquelle y est l'intensité en fonction de la masse x traversée, Δ la con-

(¹) *Annuaire du Bureau des Longitudes*, p. D. 4, 1896.

(²) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1475, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV.

stante solaire, et p un coefficient lié à la transmissibilité,

$$\Delta = 2^{\text{cal}},90, \qquad p = 0,70.$$

» Nous n'attachons que peu d'importance à ces résultats, vu les circonstances défavorables dans lesquelles ils ont été obtenus. Nous ne pouvons toutefois nous dispenser de faire remarquer qu'ils sont presque identiques aux valeurs les plus élevées que nous avons pu atteindre au sommet du mont Ventoux, et qui nous avaient conduits à attribuer à la constante solaire une valeur peu différente de 3^{cal}.

» Les progrès de nos connaissances ont toujours conduit les physiciens à élever la valeur donnée primitivement par Pouillet pour cette constante. Les remarquables travaux de M. Langley au mont Whitney, la détermination faite par M. Savélieff à Kieff dans des circonstances on ne peut meilleures, et nos propres déterminations au mont Ventoux, ont conduit à des valeurs peu différentes de 3^{cal}.

» Dans l'état actuel, nous pensons que cette valeur est encore trop faible; des observations comprenant plusieurs périodes diurnes, faites dans d'excellentes conditions atmosphériques, à des altitudes aussi grandes que possible, pourront contribuer à donner des valeurs plus précises de cette constante. »

M. **Appell** présente à l'Académie le deuxième Fascicule d'un Ouvrage intitulé « Principes de la Théorie des fonctions elliptiques et applications » dont il est l'auteur, en collaboration avec M. *Lacour*, Maître de Conférences à l'Université de Nancy.

Les questions principales, traitées dans cette deuxième Partie, sont les suivantes :

Étude de la fonction $\wp u$ quand les périodes sont imaginaires conjuguées, avec application au mouvement d'un projectile dans un milieu dont la résistance est proportionnelle au cube de la vitesse; Surfaces homofocales, coordonnées elliptiques, application à la théorie de la chaleur; Exposé de la méthode suivie par Halphen pour calculer les figures d'équilibre de l'élastique plane sous pression normale constante, d'après les formules de quadrature données par M. Maurice Lévy; Théorie des fonctions doublement périodiques de deuxième espèce, d'après M. Hermite, avec applications à l'équation différentielle de Lamé et aux équations de M. Picard; Théorie des fonctions doublement périodiques de troisième espèce; Notions sur les fonctions modulaires.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Stuart-Menteath** rappelle à l'Académie ses travaux sur la constitution géologique des Pyrénées, et lui adresse une réclamation de priorité relativement aux travaux publiés par d'autres observateurs devant la Société géologique, sur le même sujet.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour une place de Membre artiste du Bureau des Longitudes, laissée vacante par le décès de M. *Brunner*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *L. Moulé*, intitulé « Histoire de la Médecine vétérinaire ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités des équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre*. Note de M. **F. Marotte**, présentée par M. Émile Picard.

« I. Dans une Note précédente, j'ai montré qu'à chaque point singulier d'une équation différentielle linéaire ordinaire était attaché un groupe algébrique de transformations linéaires, dont les invariants différentiels caractérisent complètement la nature de la singularité.

» M. Drach (*Comptes rendus*, mai 1893 et janvier 1895) a étendu les idées de Galois aux équations aux dérivées partielles dont les intégrales dépendent d'un nombre fini d'*éléments fondamentaux*, et a défini pour ces équations un groupe qui joue le même rôle que le groupe de transformations de M. Picard pour les équations linéaires. Cela m'a conduit à chercher si l'étude des singularités des équations considérées par M. Drach et celle des singularités d'une équation linéaire ordinaire ne pouvaient être rattachées aux mêmes principes.

» C'est, en effet, ce qui a lieu. A tout domaine singulier (point ou courbe) d'une équation linéaire aux dérivées partielles du premier ordre est attaché un groupe, fini ou infini, dont les invariants différentiels déterminent complètement la forme analytique des intégrales au voisinage du domaine singulier.

» II. Afin de simplifier les notations, nous considérerons seulement l'équation à trois variables

$$\text{(1)} \qquad X\frac{\partial f}{\partial x} + X_1\frac{\partial f}{\partial x_1} + X_2\frac{\partial f}{\partial x_2} = 0,$$

où X, X_1, X_2 sont des polynomes entiers en x, x_1 et x_2.

» Désignons par u_1, u_2 deux intégrales indépendantes de cette équation et considérons, avec M. Drach, l'expression

$$V = A_1 u_1 + A_2 u_2,$$

A_1 et A_2 étant des fonctions rationnelles de x, x_1 et x_2.

» La fonction V vérifie une équation aux dérivées partielles du second ordre (A), qui joue le rôle de la résolvante générale de Galois.

» A toute solution de cette équation correspond un système d'intégrales u_1 et u_2 indépendantes; sauf le cas où le déterminant

$$\frac{\partial u_1}{\partial x_1}\frac{\partial u_2}{\partial x_2} - \frac{\partial u_1}{\partial x_2}\frac{\partial u_2}{\partial x_1}$$

serait nul, ce qui donnerait l'équation

$$\varphi\left(x, x_1, x_2, V, \frac{\partial V}{\partial x}, \dots, \frac{\partial^2 V}{\partial x_2^2}\right) = 0,$$

φ étant un polynome entier par rapport à toutes les quantités qui y figurent.

» III. Les singularités de l'équation (1), *qui ne dépendent pas de la forme particulière choisie pour l'intégrale*, sont données par les équations

$$X = X_1 = X_2 = 0.$$

» Désignons par a, a_1, a_2 les coordonnées d'un point singulier qui pourra être soit un point singulier isolé, soit un point de l'une des courbes singulières.

» Nous dirons qu'une fonction $f(x, x_1, x_2)$ est *méromorphe* au voisinage du point a, a_1, a_2 si

$$f(x, x_1, x_2) = \frac{P(x, x_1, x_2)}{Q(x, x_1, x_2)},$$

les fonctions P et Q étant régulières au voisinage de ce point.

» Ceci posé, il existera en général un système complètement intégrable (B) jouissant des propriétés suivantes :

» 1° Les équations de ce système sont des polynomes entiers par rapport à V et à ses dérivées partielles, dont les coefficients sont des fonctions de x, x_1, x_2 *méromorphes* au voisinage du point a, a_1, a_2 ;

» 2° Certaines intégrales de (B) vérifient l'équation (A) sans satisfaire à $\varphi = 0$;

» 3° Il n'existe pas de système complètement intégrable (B′) jouissant des deux propriétés précédentes et dont toutes les intégrales vérifient le système (B). Il en résulte immédiatement que toutes les intégrales de (B) appartiennent à (A).

» Soient v une intégrale particulière de (B) et V l'intégrale générale auxquelles correspondent respectivement les intégrales u_1, u_2 et U_1, U_2 de l'équation (1). On a

$$U_1 = f_1(u_1, u_2), \qquad U_2 = f_2(u_1, u_2).$$

» *Ces équations définissent un groupe fini ou infini.*

» IV. Ce groupe g_a attaché à la singularité a, a_1, a_2 de l'équation aux dérivées partielles possède les deux propriétés suivantes :

» 1° *Toute fonction rationnelle de* x, x_1, x_2 *de* u_1, u_2 *et de leurs dérivées partielles, méromorphe autour du point* a, a_1, a_2, *reste invariable quand on effectue sur* u_1, u_2 *les substitutions du groupe* g_a.

» 2° *Toute fonction rationnelle de* x, x_1, x_2, *de* u_1, u_2 *et de leurs dérivées restant invariable par les substitutions du groupe* g_a *est une fonction de* x, x_1, x_2 *méromorphe au voisinage du point* a, a_1, a_2.

» En particulier, les invariants différentiels Φ_1, Φ_2, ... du groupe g_a sont des fonctions méromorphes au voisinage du point singulier. Si l'on a calculé leurs valeurs φ_1, φ_2, ... en fonction de x, x_1, x_2, l'étude des intégrales au voisinage du point singulier revient à l'étude du système d'équations différentielles

$$\Phi_1 = \varphi_1(x, x_1, x_2), \qquad \Phi_2 = \varphi_2(x, x_1, x_2), \qquad \ldots.$$

» Si le point a, a_1, a_2 appartient à une courbe singulière, le groupe g_a reste le même pour tous les points de cette courbe, sauf peut-être pour les points multiples.

» Enfin les divers groupes g_a, g_b, ... attachés aux singularités de l'équation aux dérivées partielles sont des sous-groupes du groupe fondamental défini par M. Drach.

» V. Nous allons déterminer dans un cas très simple quel est le groupe attaché à un point singulier.

» M. Darboux a démontré que l'équation

$$(x+\ldots)\frac{\partial f}{\partial x}+(\lambda_1 x_1+\ldots)\frac{\partial f}{\partial x_1}+(\lambda_2 x_2+\ldots)\frac{\partial f}{\partial x_2}=0,$$

où les termes non écrits sont du second degré au moins, a (sous certaines conditions d'inégalité imposées aux λ) deux intégrales de la forme

$$u_1=\frac{(A_1 x_1+\ldots)^{\frac{1}{\lambda_1}}}{(Ax+\ldots)},\qquad u_2=\frac{(A_2 x_2+\ldots)^{\frac{1}{\lambda_2}}}{(Ax+\ldots)}.$$

» Le groupe attaché à la singularité est ici

$$U_1=au_1,\qquad U_2=bu_2$$

ou un de ses sous-groupes, car ses invariants différentiels

$$\frac{\partial\log u_1}{\partial x},\quad \frac{\partial\log u_1}{\partial x_1},\quad \ldots,\quad \frac{\partial\log u_2}{\partial x_2}$$

sont tous méromorphes au voisinage de l'origine.

» Il y a autant de catégories de singularités des équations à trois variables indépendantes qu'il y a de types de groupes de transformations finis ou infinis, à deux variables. Ces types ont été déterminés par M. Lie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables*. Note de M. **E. Cotton**, présentée par M. Darboux.

« Je me propose d'indiquer ici une classification des équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables. Cette classification s'établit par la considération de deux expressions H et K analogues aux expressions h et k introduites par M. Darboux (*Leçons*, 2e vol., Ch. II) dans l'étude de l'équation

$$(a)\qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}+a\frac{\partial z}{\partial x}+b\frac{\partial z}{\partial y}+cz=0.$$

» Les expressions H et K se rapportent à l'équation linéaire générale et leur calcul ne suppose pas intégrée l'équation différentielle des caractéristiques.

» I. Nous supposerons distinctes les caractéristiques de l'équation. L'ensemble des termes du second ordre peut être considéré comme l'ensemble des termes du second ordre d'un paramètre différentiel du deuxième ordre correspondant à un ds^2. Soit $\sum_{ij} a_{ij}dx_i dx_j$ $(i, j = 1, 2)$ ce ds^2, Δ son discriminant, $\Delta_2(w) = \sum_{i,j} \Delta^{-\frac{1}{2}} \frac{\partial}{\partial x_i}\left(A_{ij}\Delta^{-\frac{1}{2}}\frac{\partial w}{\partial x_j}\right)$ le paramètre différentiel du second ordre (A_{ij} est le coefficient de a_{ij} dans Δ). L'équation considérée peut alors s'écrire

$$(1) \qquad \Delta_2(w) + 2b_1\frac{\partial w}{\partial x_1} + 2b_2\frac{\partial w}{\partial x_2} + c'w = 0.$$

» Si l'on change w en $\lambda w'$, que l'on divise les deux membres de l'équation obtenue par λ, on obtient l'équation

$$(2) \qquad \Delta_2(w') + 2b'_1\frac{\partial w'}{\partial x_1} + 2b'_2\frac{\partial w'}{\partial x_2} + c'w' = 0.$$

» Les coefficients b'_1, b'_2, c' sont déterminés en fonction des coefficients de l'équation (1) et de λ par des relations que l'on peut considérer comme un système de trois équations aux dérivées partielles en λ. Les conditions d'intégrabilité de ce système peuvent être mises sous la forme

$$H = H', \qquad K = K',$$

où H et K désignent des fonctions des coefficients de l'équation (1) et de leurs dérivées du premier ordre; H' et K' des expressions construites de la même façon avec l'équation (2).

» En posant

$$l_1 = a_{11}b_1 + a_{12}b_2, \qquad l_2 = a_{21}b_1 + a_{22}b_2,$$

on a

$$H = \frac{\partial l_2}{\partial x_1} - \frac{\partial l_1}{\partial x_2},$$

$$K = \sum_{ij} \Delta^{-\frac{1}{2}}\frac{\partial}{\partial x_i}\left(A_{ij}\Delta^{-\frac{1}{2}}l_j\right) + \sum_{ij} a_{ij}b_i b_j - c.$$

» II. 1° *Les expressions* H *et* K *sont des invariants relativement à la transformation de l'équation par changement de* w *en* $\lambda w'$ *et division du résultat obtenu par* λ.

» 2° *Par un changement de variables,* H *se reproduit multiplié par le déterminant fonctionnel de la substitution,* K *reste le même.*

» 3° *Si l'on multiplie les deux membres de l'équation par un facteur* $\rho(x, y)$ $\left(\textit{le } ds^2 \textit{ correspondant devenant } \frac{ds^2}{\rho}\right)$, H *se reproduit identiquement,* K *est multiplié par* ρ.

» Remarquons que $\frac{H}{\sqrt{\Delta}}$ reste invariable par un changement de variables.

» III. *Si* K *n'est pas nul,* on peut choisir ρ de telle façon qu'il soit égal à l'unité. Le ds^2 correspondant à l'équation est ainsi entièrement déterminé. Il résulte de là que les deux problèmes suivants sont équivalents :

» 1° *Deux équations linéaires étant données, chercher si l'on peut passer de l'une à l'autre par un changement de la fonction inconnue* w *en* $\lambda w'$ *et un changement de variables.*

» 2° *Reconnaître s'il est possible de passer d'un* ds^2 *à un autre par un changement de variables qui laisse invariante une certaine fonction* $\frac{H}{\sqrt{\Delta}}$ *autre que la courbure totale.*

» La méthode suivie montre qu'il est toujours possible de reconnaître si, pour une équation, on a $H = 0$, et cela *sans intégration.*

» L'équation, ramenée à la forme (a) de Laplace, a alors ses *invariants* h *et* k *égaux*. On démontre aisément que l'on peut ramener ces équations à la forme $\Delta_2(w') + w' = 0$, en intégrant au besoin une différentielle totale exacte. Par suite, les équations à invariants égaux se classent comme les ds^2. Ce résultat a déjà été signalé par M. Darboux (*Leçons sur la Théorie des surfaces*, 2e Vol., Ch. III et VIII). Ajoutons encore que, si H et K sont nuls, l'équation se ramène à la forme $\Delta_2(w') = 0$.

» IV. Les expressions H et K, pour l'équation réduite à la forme (a) de Laplace, ont les expressions suivantes :

$$H = h - k, \qquad 2K = h + k,$$

h et k étant les invariants de M. Darboux.

» Pour la forme canonique étudiée par M. Le Roy (*Comptes rendus,* 17 février 1896), K se réduit à l'expression que M. Le Roy désigne par φ.

» V. La méthode précédente s'applique aux équations linéaires du second ordre à plus de deux variables. Je montrerai ultérieurement quelles sont les modifications apportées dans les résultats par le changement du nombre des variables. »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur un déplacement remarquable.* Note de M. **Raoul Bricard**, présentée par M. Darboux.

« MM. Darboux et Mannheim ont fait connaître des modes de déplacement d'une droite mobile dont les points décrivent tous des surfaces sphériques (déplacements à deux paramètres) ou des courbes sphériques (déplacement à un paramètre). En cherchant à généraliser ce résultat, j'ai obtenu le théorème suivant :

» *Soient, dans l'espace, deux coniques quelconques* C *et* C'. *Établissons entre ces deux courbes une correspondance homographique quelconque ; soient* m_1, m_2, m_3, m_4, m_5 *cinq points pris arbitrairement sur la conique* C, *et* m'_1, m'_2, m'_3, m'_4 m'_5 *les points de la conique* C' *qui sont respectivement les homologues des premiers points dans la correspondance dont il s'agit. Si la conique* C', *supposée de grandeur invariable, se déplace de telle manière que les points* m'_1, m'_2, m'_3, m'_4, m'_5, *liés à cette conique, restent sur des sphères fixes dont les centres sont respectivement les points* m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, *tout point* m'_6 *de la même conique décrira une ligne appartenant à une sphère fixe dont le centre* m_6 *appartient à la conique* C *et est l'homologue du point* m'_6 *dans la correspondance homographique établie.*

» Ce théorème, que le manque de place m'empêche de démontrer ici, admet un cas particulier intéressant que l'on peut énoncer ainsi :

» *Un triangle de grandeur invariable* $a'b'c'$ *dont le plan reste parallèle à un plan fixe* P *se déplace de telle manière que ses trois sommets restent sur des sphères fixes dont les centres* a, b, c *sont des points fixes situés dans le plan* P, *le triangle* abc *étant directement semblable au triangle* $a'b'c'$. *Tous les points de la circonférence circonscrite au triangle* $a'b'c'$ *décrivent des lignes situées sur des sphères fixes ayant leurs centres sur la circonférence circonscrite au triangle* abc.

» Si m' est un point de la circonférence $a'b'c'$, m le centre de la sphère sur laquelle reste le point m', les points m et m' sont homologues par rapport aux triangles abc, $a'b'c'$. On peut ajouter que, pour une position quelconque du plan P', *les droites* mm' *sont les génératrices de même système d'un hyperboloïde*. C'est un cas particulier d'un théorème énoncé par Chasles (1).

(1) *Note sur les six droites qui peuvent être les directions de six forces en équilibre* (*Comptes rendus,* t. LII).

» Le déplacement du plan P′ présente une particularité assez singulière. Ce déplacement est *déterminé*, et tous les points de ce plan sont assujettis à décrire certaines courbes; mais les déplacements infiniment petits dont il se compose sont *indéterminés*. En d'autres termes, le plan P′ étant dans l'une des positions qu'il peut occuper, on peut, à partir de cette position, lui imprimer *une infinité de déplacements infiniment petits compatibles avec les liaisons qui lui sont imposées*.

» Enfin, en particularisant encore les conditions du déplacement, on obtient le théorème suivant :

» *Un plan* P′ *se déplace en restant parallèle à un plan* P, *de telle manière qu'un de ses points décrive une droite fixe perpendiculaire au plan* P, *et qu'un autre de ses points reste sur une sphère fixe ayant son centre sur le même plan : tous les points de l'espace lié au plan* P′ *décrivent des courbes sphériques*. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur l'entropie moléculaire*. Note de M. **Georges Darzens**, présentée par M. Sarrau.

« Je désigne sous le nom d'*entropie moléculaire* l'expression $S_m = \varpi \int \frac{dq}{T}$ dans laquelle π représente le poids moléculaire du corps considéré.

» Je désire montrer, dans cette Note, que la différence d'entropie moléculaire $\varpi \int_A^B \frac{dq}{T}$ entre deux états désignés par A et B est la même pour tous les corps ayant des constitutions moléculaires semblables, pourvu qu'on les compare dans des états correspondants.

» Désignons par P_c, V_c, T_c les éléments critiques et posons

$$\frac{p}{P_c} = z, \qquad \frac{v}{V_c} = x, \qquad \frac{T}{T_c} = y,$$

l'équation caractéristique pourra se mettre sous la forme

$$z = f(x, y), \tag{1}$$

la fonction f étant la même pour tous les corps.

» Ceci posé, l'entropie S, en un état défini par les variables v et t, a pour expression, comme on sait,

$$S = A \int_{v_0}^{v} \frac{dp}{dt}\, dv + \int_{t_0}^{t} \frac{c_0}{T}\, dt, \tag{2}$$

dans laquelle il convient de bien remarquer que c_0 est la chaleur spécifique sous le volume constant v_0.

» De l'équation (1) on déduit

$$\frac{1}{P_c}\frac{dp}{dt} = f'_y(x, y)\frac{1}{T_c}. \tag{3}$$

» En multipliant l'équation (2) par ϖ et en éliminant $\frac{dp}{dt}$, à l'aide de (3), on peut la mettre sous la forme

$$S_m = A\varpi\frac{P_c V_c}{T_c}\int_{x_0}^{x} f'_y(x, y)\,dx + \int_{y_0}^{y}\frac{\varpi\,c_0}{y}\,dy. \tag{4}$$

» Mais M. Sidney Young a montré (*Phil. Mag.*, novembre 1890 et janvier 1894) que les éléments critiques satisfont très exactement à la relation $\varpi\frac{P_c V_c}{T_c} = \text{const.} = K$ pour un même groupe de corps ayant des constitutions moléculaires semblables.

» M. Amagat a, d'ailleurs, montré (*Comptes rendus*, 13 juillet 1896) que la loi de M. S. Young se déduit directement de celle de Van der Waals et qu'elle subsiste même pour deux états correspondants quelconques.

» D'autre part, remarquons que si nous supposons x_0 suffisamment grand, ce qui ne restreint nullement la généralité de l'expression de S_m, c_0 peut être considéré comme se rapportant à l'état de gaz parfait.

» Si l'on admet, au moins comme première approximation expérimentale, que le produit $\varpi c_0 = c_m$, dans la deuxième intégrale, est une constante pour un même groupe de corps ayant des constitutions moléculaires semblables, on a finalement

$$S_m = AK\int_{x_0}^{x} f'_y(x, y)\,dx + c_m L\frac{y}{y_0}; \tag{5}$$

ce qui représente bien une fonction de x et de y, la même pour tous les corps.

» Ainsi se trouve démontré le théorème annoncé; mais on voit qu'il ne peut s'appliquer qu'à des corps ayant des constitutions moléculaires semblables, car l'expression (5) de S_m renferme deux constantes, K et c_m, qui ne sont pas des constantes absolues.

» Cette nécessité de former des groupes, pour comparer les corps au point de vue de leurs propriétés dans les états correspondants, est d'ailleurs générale. J'apprends, en effet, que M. Mathias, par une voie toute diffé-

rente, est arrivé aux mêmes conclusions. Je suis heureux de cette coïncidence qui confirme l'importance et la généralité de ce que j'avance ici.

» La démonstration que je viens de donner suppose, bien entendu, que c_m est indépendant de la température. Le théorème ne peut donc s'appliquer que dans la région du réseau des fluides élastiques que l'on compare, où cette propriété a été vérifiée par l'expérience.

» Pour les températures élevées on sait, par les expériences de MM. Berthelot et Vieille, Mallard et Le Chatelier, que c_m est en réalité une fonction de T. Mais il faut remarquer que, pour ces régions du réseau, aucune expérience ne nous autorise à accepter également la loi de Van der Waals, de telle sorte que nous manquons entièrement de données expérimentales aussitôt que nous atteignons ces températures.

» Dans le cas où c_m serait une fonction de T, la loi de Van der Waals subsistant, le théorème reste vrai pour des points situés sur un même isotherme.

» Les conséquences de cette propriété de l'entropie moléculaire sont nombreuses. On en déduit facilement que le quotient de la chaleur latente de vaporisation moléculaire par la température absolue est la même fonction de g pour les corps d'un même groupe. Cette propriété a déjà été énoncée par Van der Waals, mais il la déduit de la forme particulière de son équation caractéristique.

» Enfin cette propriété de la fonction S permet de voir que l'énergie interne, ainsi que les deux fonctions de Massieu (ou le potentiel thermodynamique), rapportées au poids moléculaire, doivent être égales au produit de la température critique T_c multipliée par une fonction de x et y, la même pour tous les corps.

» Pour l'énergie interne moléculaire ϖU, on a, en effet,

$$\begin{aligned}\varpi\, dU &= \varpi\, dq - A\varpi p\, dv = T\, dS_m - A\varpi p\, dv \\ &= T_c\left(\frac{T}{T_c}\, dS_m - A\varpi\frac{P_c V_c}{T_c}\frac{p}{P_c}\frac{dv}{V_c}\right) = T_c(y\, dS_m - AKZ\, dx).\end{aligned}$$

» La dernière parenthèse sera (comme on peut d'ailleurs s'en assurer facilement à l'aide de l'expression de S_m), par la nature même des fonctions S_m et f, une différentielle exacte dU_0, donc $\varpi U = T_c U_0$. De même pour les deux fonctions de Massieu

$$\begin{aligned}\varpi H &= TS_m - T_c U_0 = T_c(y S_m - U_0) = T_c H_0, \\ \varpi H' &= TS_m - T_c U_0 - A\varpi p v = T_c(y S_m - U_0 - AKXZ) = T_c H'_0.\end{aligned}$$

» On voit donc, en dernière analyse, que toutes les fonctions qui se présentent dans la thermodynamique d'un fluide peuvent se déduire de la seule fonction $f(x, y)$ et des deux constantes K et c_m.

» En terminant, je tiens à remarquer que toute expression de même homogénéité que le quotient d'une quantité de chaleur par une température et ne dépendant que de l'équation caractéristique, jouit de la même propriété lorsqu'on la rapporte au poids moléculaire ; c'est ce qui arrive, par exemple, pour $C - c$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'absorption de l'oxyde nitrique par le bromure ferreux*. Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Friedel.

« On sait depuis fort longtemps que les sels ferreux ont la curieuse propriété d'absorber en grande quantité l'oxyde nitrique. Les expériences classiques de Peligot tendirent à prouver qu'il y avait formation d'un composé défini, composé qu'il ne put obtenir à l'état solide. Plus récemment M. Gay, après une étude approfondie, arrivait à la même conclusion ; mais les sels étudiés jusqu'à présent étaient peu nombreux : c'étaient le sulfate, le sulfate ammoniacal et le chlorure. Ces sels, comme l'a montré M. Gay, fixaient l'oxyde nitrique en deux proportions différentes.

» 1° Au-dessous de 12°,5 environ, trois atomes de fer fixaient deux molécules de bioxyde d'azote.

» 2° Au-dessus de cette température et jusqu'à 25°, deux atomes de fer ne fixaient plus qu'une molécule d'oxyde nitrique.

» J'ai entrepris de déterminer les quantités de gaz absorbé par les sels ferreux les plus variés, les dissolvants pouvant être non seulement l'eau, mais aussi l'alcool, l'éther.

» Je rapporterai dans cette Note les expériences sur le bromure ferreux en solution aqueuse.

» Un certain poids de bromure était dissous dans une quantité variable d'eau bouillie. On ajoutait à la solution de la limaille de fer qui, par une ébullition prolongée, ramenait au minimum les traces de persel ayant pu prendre naissance pendant la dissolution. Cette dissolution s'effectuait dans une fiole à fond plat. Dans cette fiole un tube, plongeant dans le liquide, servait à conduire un courant de gaz inerte (hydrogène ou acide carbonique); un autre tube servant de dégagement était étiré à la lampe et pénétrait dans le tube latéral d'un laveur à boule. Ce laveur était soigneusement taré. On le remplissait avec la solution ferreuse en évitant complètement l'accès de l'air. A cet effet, l'orifice inférieur du tube amenant le gaz dans la fiole à fond plat était amené au-

dessus du niveau du liquide tandis que l'autre tube était plongé dans la solution. Après avoir chassé complètement l'air de l'appareil, on faisait passer lentement le bioxyde d'azote. Celui-ci était en partie absorbé tandis que l'excès, entraînant un peu de vapeur d'eau, traversait des tubes en U remplis de ponce sulfurique et préalablement tarés.

» On pouvait ainsi déduire facilement la quantité de gaz absorbé.

» On recueillait ensuite le contenu du laveur et, sur une portion connue de la solution, on dosait le fer à l'état d'oxyde, ce qui donnait aisément la concentration de la liqueur.

EXPÉRIENCES AU-DESSOUS DE 10°.

A.	Poids de fer dissous	0,3795
	Concentration de la liqueur	0,75 p. 100
	Absorption	0,136
B.	Poids de fer dissous	0,497
	Concentration de la liqueur	0,6 p. 100
	Absorption	0,174

» Ces absorptions correspondent à la formule $3Fe^2Br^4 4AzO$.

» On a, en effet :

Absorption pour 100 *de fer.*

A.	B.	Formule $3Fe^2Br^4, 4AzO$.
35,1	35,0	35,7

EXPÉRIENCES AU-DESSUS DE 10° (15°-16°).

A.	Poids de fer dissous	1,484
	Concentration de la liqueur	2,5 p. 100
	Absorption	0,4045
B.	Poids de fer dissous	0,623
	Concentration de la liqueur	1,25 p. 100
	Absorption	0,1655

» Si nous calculons l'absorption pour 100 de fer, nous trouvons :

A.	B.	Absorption pour Fe^2Br^4AzO.
27,2	26,6	26,8

» *En résumé,* le bromure ferreux en solution aqueuse absorbe le bioxyde d'azote d'après la loi de M. Gay; dans une prochaine Note, je montrerai que la solution éthérée se comporte tout différemment, et que, en se pla-

çant dans des circonstances convenables, on peut obtenir un composé solide, comme avec le chlorure, et parfaitement cristallisé [1]. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la trempe de l'acier à l'acide phénique.* Note de M. **Levat**.

« Mes premiers essais ont porté sur deux burins en acier fondu Holtzer, de qualité supérieure. Le premier, porté au *rouge cerise,* a été trempé à l'eau. Le second, à la même température, a été trempé dans une solution d'acide phénique du commerce, jusqu'à obtention de la teinte bleue. J'ai fait attaquer, avec les deux outils trempés, du fer ébauché et de la fonte blanche extra-dure : le burin trempé à l'eau s'est ébréché à plusieurs reprises; le burin trempé à l'acide phénique a résisté intégralement.

» Mes seconds essais ont porté sur deux barres d'acier corroyé et d'acier fondu ordinaire, portées au *rouge blanc,* lesquelles ont été l'une et l'autre trempées à bleu dans une solution pareille d'acide phénique. Comparés aux échantillons non trempés, les échantillons trempés à l'acide phénique ont présenté une cassure plus fine, devenant d'un blanc miroitant à la lime. La teneur en carbone n'a pas augmenté, mais l'épreuve à la flexion a donné une élasticité un peu plus grande aux barres trempées à l'acide phénique.

» L'acier trempé à l'acide phénique acquiert de la dureté, de l'élasticité, de la souplesse. Il tient ferme comme outil d'attaque et il offre toutes les qualités d'une bonne trempe douce. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du permanganate de potasse sur les alcools polyatomiques et leurs dérivés.* Note de M. **L. Perdrix**, présentée par M. Duclaux.

« Beaucoup de chimistes, et en particulier Margueritte, Pelouze, Bussy, Hempel, Péan de Saint-Gilles, M. Berthelot, ont étudié l'action du permanganate de potasse sur les substances minérales ou organiques. Il résulte de leurs travaux que le mode d'oxydation varie suivant les conditions

---

[1] Travail fait au laboratoire d'enseignement pratique de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences.

expérimentales : par exemple, certains corps, tels que les acides gras, inattaquables en solution acide, sont au contraire oxydés quand la réaction devient alcaline.

» Les expériences dont je vais exposer les conclusions ont été effectuées à l'aide de liqueurs renfermant une forte proportion d'acide sulfurique, et à la température de l'ébullition. La comparaison des résultats qu'elles ont fournis conduit à des relations générales entre les *fonctions* des corps (acide, alcool primaire ou secondaire, etc.) et leur *mode d'oxydation;* de telle sorte que, la constitution d'une substance étant connue, on peut à l'avance dire la formule suivant laquelle elle se décompose; et qu'inversement, en étudiant ainsi son oxydation, et connaissant différentes fonctions du corps, on peut définir l'une d'entre elles supposée inconnue.

» Mode opératoire. — D'une façon générale, pour connaître une équation d'oxydation, il faut en déterminer *tous* les termes, en qualité et en quantité; sans quoi, on pourrait laisser échapper une substance produite et établir entre les autres une réaction incomplète.

» Pour les alcools polyatomiques et leurs dérivés, l'expérience montre que la réaction en milieu acide est de la forme

$$C^{\alpha}H^{\beta}O^{\gamma} + nO = aCO^2 + bCH^2O^2 + cH^2O.$$

» J'établis que cette réaction représente exactement le phénomène, et le représente *tout entier*, en déterminant par l'expérience n, a et b, c'est-à-dire : 1° le nombre d'atomes d'oxygène nécessaire pour oxyder une molécule de la substance; 2° le nombre de molécules d'anhydride carbonique et d'acide formique résultant de l'expérience.

» Marche de l'expérience. — Un ballon, contenant un poids connu de la substance à oxyder, est relié, par l'intermédiaire d'un appareil à reflux, à des tubes à ponce sulfurique, destinés à dessécher les gaz dégagés, et à des tubes à potasse, qui permettent de recueillir l'anhydride carbonique produit.

» La liqueur de permanganate, dosée par l'acide oxalique titré, est introduite dans le ballon par un entonnoir à robinet, jusqu'au moment où la coloration rose persiste nettement pendant quelques minutes à l'ébullition.

» Le coefficient n est déduit du volume de permanganate employé; le poids d'anhydride carbonique recueilli permet de calculer directement a. La nature de l'acide formé et sa proportion b sont déterminées par la méthode due à M. Duclaux.

» Résultats obtenus. — En général, comme je l'ai déjà indiqué, les produits d'oxydation sont l'acide formique et l'anhydride carbonique.

Pour la série des alcools polyatomiques, on a, en effet :

$$\underbrace{C^2H^6O^2}_{\text{Glycol.}} + 4O = CO^2 + CH^2O^2 + 2H^2O,$$

$$\underbrace{C^3H^8O^3}_{\text{Glycérine.}} + 5O = CO^2 + 2CH^2O^2 + 2H^2O,$$

$$\underbrace{C^4H^{10}O^4}_{\text{Érythrite.}} + 6O = CO^2 + 3CH^2O^2 + 2H^2O,$$

. . . . ,

$$\underbrace{C^6H^{14}O^6}_{\text{Mannite.}} + 8O = CO^2 + 5CH^2O^2 + 2H^2O.$$

» Dans ces formules, l'anhydride carbonique restant en proportions équivalentes, on voit que, à mesure que s'introduit dans la molécule une fois de plus le groupement fonctionnel alcool secondaire (CHOH), la décomposition nécessite un atome d'oxygène en plus et donne naissance à une nouvelle molécule d'acide formique CH^2O^2.

» On arrive à un résultat du même ordre, en rapprochant les réactions qui correspondent d'une part aux acides glycolique, glycérique, mannitique; et, d'autre part, aux acides oxalique, tartronique, tartrique et saccharique.

» Tous ces faits se rassemblent en une seule formule, si l'on admet que l'oxydation du groupement fonctionnel alcool secondaire se produit d'après la relation

$$CHOH + O = CH^2O^2.$$

» On trouve de même pour les autres groupements

$$\underbrace{CH^2OH}_{\text{Alcool primaire.}} + 2O = 0,5CO^2 + 0,5CH^2O^2 + H^2O,$$

$$\underbrace{COOH}_{\text{Acide.}} + 0,5O = CO^2 + 0,5H^2O,$$

$$\underbrace{CHO}_{\text{Aldéhyde.}} + 1,5O = CO^2 + 0,5H^2O,$$

$$\underbrace{CO}_{\text{Acétone.}} + O = CO^2,$$

$$\underbrace{CH^2}_{\text{Carbure.}} + 2O = CH^2O^2.$$

» Il en résulterait, pour le glucose, par exemple, le mode d'oxydation suivant :

$$\left\{\begin{array}{l} CH^2OH \\ (CHOH)^4 \\ CHO \end{array}\right. \begin{array}{c} + \\ + \\ + \end{array} \left\{\begin{array}{l} 2\ \ O \\ 4\ \ O \\ 1{,}5\,O \end{array}\right. \begin{array}{c} = \\ = \\ = \end{array} \left\{\begin{array}{r} 0{,}5\,CO^2 + \\ \\ CO^2 + \end{array}\right. \left\{\begin{array}{l} 0{,}5\,CH^2O^2 + \\ 4\ \ CH^2O^2 \\ \qquad\qquad + \end{array}\right. \left\{\begin{array}{c} H^2O \\ \\ 0{,}5\,H^2O \end{array}\right.$$

ou

$$C^6H^{12}O^6 + 7{,}5\,O = 1{,}5\,CO^2 + 4{,}5\,CH^2O^2 + 1{,}5\,H^2O$$

L'expérience donne en effet une formule identique à celle-ci.

» Cas exceptionnels. — Il y a cependant à cette règle générale des exceptions qui portent toutes sur des corps renfermant dans leur constitution des restes de carbures (CH^3 ou CH^2), comme c'est le cas pour les alcools monoatomiques.

» De même que l'alcool éthylique se transforme en aldéhyde et acide acétique, le méthyle CH^3 restant uni au groupement oxydé, de même l'oxydation des propylglycols, des acides lactiques, donne naissance à de l'acide acétique au lieu d'acide formique; il se produit aussi de l'aldéhyde dans ces conditions.

» Cette résistance spéciale du groupement carbure permet d'expliquer la grande stabilité de l'acide succinique en présence du permanganate acide. Ce corps peut être considéré comme résultant de l'union de deux molécules d'acide acétique, chacune ayant perdu dans son groupement carbure (CH^3) un atome d'hydrogène, ainsi que le montrent les synthèses effectuées par Nœdelcke, d'une part, et Steiner, de l'autre. La stabilité de l'acide succinique s'explique si l'on admet que les deux molécules d'acide acétique s'unissant conservent, dans le composé qu'elles forment, leur résistance spéciale au permanganate acide. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action du nitrate d'ammoniaque sur l'*Aspergillus niger. Note de M. **C. Tanret.**

« I. La culture de l'*Aspergillus niger,* telle que Raulin l'a fait connaître, est aujourd'hui courante. Semées sur le milieu nutritif que cet auteur a composé, les spores de la Mucédinée germent en moins de vingt-quatre heures à l'air libre et à une température de 30° à 35°. Le mycélium naissant s'étale d'abord comme un voile léger, qui va rapidement en s'épaississant; puis des conidiophores se dressent serrés à sa surface, qu'ils font

ressembler à du velours blanc; des spores ou conidies noires ne tardent pas à se former à leur extrémité et le quatrième jour l'*Aspergillus niger* mûri est devenu noir brunâtre.

» II. La marche de la végétation est tout autre, comme je viens de l'observer, quand on double ou triple la dose de nitrate d'ammoniaque du liquide de Raulin et que de $0^{gr},25$ par 100^{cc} on la porte à $0^{gr},50$ et mieux $0^{gr},75$. Sur un milieu ainsi surnitraté et maintenu à 30°-40°, les spores d'*Aspergillus* ne produisent qu'un mycélium qui ne fructifie pas ou à peine, si toutes les vingt-quatre heures on a soin de remplacer par du liquide neuf celui que l'*Aspergillus* vient d'épuiser en partie. Ce mycélium, qui n'émet pas de conidiophores, n'est pas velouté et reste blanchâtre; il prolifère jusqu'à remplir complètement les vases où on le cultive, et si on le transporte alors dans d'autres plus grands on peut l'y nourrir pendant un mois sans le voir sporuler. Dans une cuvette de 4 décimètres carrés de surface, on peut récolter, au bout de dix jours, jusqu'à 200^{gr} d'*Aspergillus* représentant 50^{gr} de matière sèche.

» A la température de 20° à 22° le nitrate d'ammoniaque, même à la dose de 1^{gr}, n'empêche plus la fructification de l'*Aspergillus*, il la ralentit seulement, et, contrairement à ce qui arrive quand on le cultive sur la liqueur de Raulin normale, l'*Aspergillus*, tout en sporulant, continue encore longtemps à s'accroître.

» III. En même temps qu'on force l'*Aspergillus* à végéter à l'état de mycélium, on voit sa nutrition s'accompagner de phénomènes chimiques remarquables : de l'acide nitrique libre apparaît dans le liquide de culture et de l'amidon se forme dans le tissu du Champignon.

» *Acide nitrique*. — C'est un fait connu que, lorsqu'on cultive l'*Aspergillus* à la manière ordinaire, on trouve très souvent de l'acide oxalique dans son liquide de culture. Or, dans celui de l'*Aspergillus* réduit à la vie mycélienne, cet acide fait complètement défaut. Mais si l'on y verse du violet de Paris, on voit le réactif virer au bleu, puis, par une addition ménagée d'alcali, redevenir violet alors que la liqueur est encore très acide au tournesol, ce qui indique comme possible la présence simultanée, à l'état libre, d'un acide minéral et d'un acide organique. Ainsi amené à rechercher la nature de ces acides, j'ai reconnu que le dernier n'était autre que l'acide citrique qui entrait dans la composition de ma liqueur, et le premier l'acide nitrique. En présence d'un excès de nitrate d'ammoniaque, l'*Aspergillus* consomme en partie l'ammoniaque du sel et met ainsi l'acide

en liberté. J'ai pu doser jusqu'à $0^{gr},40$ $AzHO^3$ pour 100^{cc} de liquide culture.

» Pour affirmer la présence d'acide nitrique libre, il était nécessaire d'isoler cet acide en évitant soigneusement toute réaction capable de décomposer le nitrate d'ammoniaque. J'y suis arrivé en agitant les liquides de culture avec une grande quantité d'éther, soit après les avoir concentrés au quart, soit après les avoir additionnés de 20 pour 100 de nitrate d'ammoniaque. Ce nitrate, comme celui de potasse, possède la singulière propriété d'élever le coefficient de partage de l'acide nitrique faible et de 1:160 (coefficient de l'acide à 0,25 pour 100) ou 1:100 (coefficient de l'acide à 0,50 pour 100) ou 1:66 (coefficient de l'acide à 1 pour 100), il porte ce coefficient jusqu'à 1:8. Il s'ensuit donc que l'acide se dissout en notable proportion dans l'éther. Par une nouvelle agitation de celui-ci avec de l'eau, en l'absence de nitrate l'acide reprend son faible coefficient et repasse en grande partie dans l'eau où il est alors facile de le caractériser.

» Dans plusieurs expériences, j'ai vu l'*Aspergillus* produire à chaud 17 d'acide pour 100 de son poids, et à froid 1,5 à 6 pour 100.

» *Amidon.* — L'*Aspergillus* cultivé sur la liqueur de Raulin normale ne renferme pas d'amidon, tandis qu'il y en a toujours dans celui dont on a empêché ou même seulement retardé la sporulation. Cultivé à 30°-40°, sur une liqueur surnitratée à base de glucose ou de lévulose, l'*Aspergillus* en contenait 3 pour 100; avec l'isodulcite, 4 pour 100; l'arabinose, 2,78 pour 100; la mannite, 1,3 pour 100, etc. L'*Aspergillus* élabore l'amidon aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière.

» Cet amidon ne se présente pas sous la forme de grains comme celui des végétaux supérieurs. Quand on examine au microscope l'*Aspergillus* traité par l'iodure ioduré, on ne voit pas de granulations bleues dans les tubes mycéliens, mais ceux-ci apparaissent teintés en bleu clair avec une coloration seulement plus intense aux points où ils se renflent et se ramifient. L'amidon ne fait donc qu'imprégner le tissu où il se trouve à l'état insoluble, car l'*Aspergillus* bien lavé n'en abandonne pas à l'eau froide.

» Après avoir isolé cet amidon, j'ai pu constater son identité chimique avec l'amidon ordinaire. Ce principe n'ayant été que rarement signalé dans les Champignons, c'était une question intéressante à résoudre [1]. »

---

[1] Le détail de ces recherches sera publié dans le *Bulletin de la Société chimique*.

ANATOMIE. — *De l'application des rayons Röntgen à l'étude du squelette des animaux de l'époque actuelle.* Note de M. V. LEMOINE, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Depuis la Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie dans la séance du 9 novembre sur l'application des rayons Röntgen à l'étude des ossements fossiles, j'ai entrepris des recherches comparatives concernant le squelette des animaux de l'époque actuelle ([1]). Ces nouvelles études ont porté sur deux ordres de considérations assez différentes.

» Tout d'abord, j'ai envisagé uniquement l'état physique des pièces osseuses actuelles, et je les ai étudiées dans les mêmes conditions que celles des ossements fossiles, c'est-à-dire absolument dénudées de parties molles et à une période de dessiccation aussi complète que possible.

» A l'observation des os intacts, j'ai joint celle des pièces fractionnées, et les coupes pratiquées sur diverses têtes m'ont paru le plus utilement répondre à ce genre de considération.

» Dans un tout autre ordre d'idées, nos Musées renferment, pour certains types de l'époque actuelle, des pièces comparables par leur rareté et leur importance aux restes des animaux fossiles. Dans ces conditions, toute mutilation, si intéressante qu'elle puisse paraître pour l'étude, se trouve absolument interdite. Les pièces d'une autre part étant conservées dans l'alcool, on peut se demander quelle est l'influence du liquide en question et si les rayons Röntgen pourront être utilisés à ce point de vue, comme ils l'ont déjà été avec tant de profit pour les organismes gorgés de leurs liquides normaux, qu'on les envisage vivants ou récemment morts.

» Au sujet des pièces osseuses sèches, j'ai joint à la présente Communication des radiophotographies relatives à des Mammifères, à des Oiseaux, à des Reptiles et à des Poissons de l'époque actuelle. Les types ont été choisis de dimensions assez variées, puisque à côté d'une patte de lion se trouvent des mandibules de l'ours des cavernes, du marcassin, du veau, du chevreau, du mouton, du daman, de petits carnassiers et de divers

---

([1]) Ces recherches ont été poursuivies dans le laboratoire du Dr Remy et avec le contrôle de M. Contremoulin. Je leur adresse ici tous mes remercîments.

rongeurs. C'est avec la plus grande netteté que tous les détails de la conformation intérieure des os se trouvent mis en évidence et avec une précision extrême que peuvent être étudiés les deux modes de dentition dans leurs rapports réciproques.

» D'une autre part, toutes les facettes articulaires des pièces osseuses voisines étant mises à la fois en évidence, l'étude souvent si capitale de leurs rapports réciproques devient des plus faciles.

» Le fragment de mandibule de l'ours des cavernes, à cause de sa fragilité spéciale, ayant été imprégné de gélatine, on voit que les pièces osseuses ainsi solidifiées se prêtent aussi fort bien à ce genre d'examen.

» Les têtes d'oiseaux (perroquet, canard adulte et sortant de son œuf) également radiophotographiés sont remarquables comme finesse de détails et cela à tel point que toutes les parties de l'oreille interne peuvent être appréciées immédiatement.

» Je crois pouvoir en dire autant pour les crânes et les mandibules de divers reptiles (crocodiles, tortues, varans et plusieurs Lacertiliens). Le mode de fixation des dents, les encoches pour la réception des organes de remplacement, sont particulièrement bien mis en évidence. Il en est de même pour les mâchoires et les dents de poissons (types en aiguilles, types coniques, types mamelonnés, pour divers représentants du groupe des Télostéens; dents de squales, de raies, pour les poissons dits cartilagineux). On peut voir combien sont distinctes les diverses rangées de dents, en réalité superposées.

» Une pièce de Poisson-scie est remarquable par la mise en évidence de tous les détails de sa texture. On conçoit tout le parti que l'Ichtyologie pourra tirer de l'emploi du nouveau procédé, au sujet de la contexture des pièces squelettiques de poissons.

» Nous croyons donc pouvoir conclure que l'application des rayons Röntgen à l'étude du squelette desséché des animaux actuels est appelée à rendre les plus grands services; que non seulement la nouvelle méthode complète et perfectionne les procédés d'observation usités jusqu'ici, mais que, de plus, elle pourra fournir des données nouvelles.

» Si nous envisageons le second point de vue que nous avons indiqué plus haut, celui de l'étude des animaux rares, conservés dans l'alcool, nous ne pouvons mieux faire que d'attirer l'attention sur deux radiophotographies relatives à un jeune Emen éclos depuis douze jours, que M. Milne-Edwards a bien voulu mettre à ma disposition.

» Quoique, d'une façon générale, l'alcool paraisse peu favorable pour

l'application des rayons Röntgen, on voit quel parti nous pouvons tirer de l'emploi de la nouvelle méthode pour l'étude des diverses pièces d'un squelette aussi particulièrement intéressant, soit que l'on considère le groupe si spécial des oiseaux auquel il appartient, soit que l'on envisage le stade encore peu avancé de son évolution. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les Bactériacées de la houille.* Note de M. B. RENAULT, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Lorsque l'on parvient à donner aux lamelles de houille une transparence suffisante, on y distingue, dans un grand nombre de cas, des corpuscules sphériques de très petites dimensions, disséminés ou groupés en amas irréguliers, rappelant par leur aspect celui des zooglées bactériennes.

» Pour réussir ces préparations délicates, on doit choisir les fragments homogènes, ne montrant, à la loupe, aucune trace de fissure; cette précaution permet d'atteindre la minceur extrême indispensable et de détruire cette sérieuse objection : que les microrganismes auraient pu s'introduire depuis la formation du combustible.

» La houille présentant extérieurement quelques indices d'organisation végétale nous a paru réunir les conditions les plus avantageuses pour ce genre d'études.

» Nos recherches ont porté sur des charbons provenant de la transformation en houille du bois de Cordaïte, d'*Arthropitus,* d'écorces de Sigillaires, de troncs de Fougères arborescentes; elles ont porté également sur le charbon qui forme les galets connus sous le nom de *cailloux* ou *galets de houille* et que l'on rencontre disséminés dans les couches de schistes, de grès et dans la houille même. Nos échantillons ont été recueillis dans les bassins de Saint-Étienne, de Commentry, de Decazeville, de Saint-Éloi, d'Autun, de Vicoigne, par conséquent, dans des gisements variés et à différents niveaux géologiques.

» Nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie une première série de photographies, représentant des préparations de houille, suffisamment amincies pour être transparentes, et faites dans des bois d'*Arthropitus* de Saint-Étienne et de Commentry. Ces préparations sont dirigées, les unes perpendiculairement aux rayons cellulaires du bois, les autres, au contraire, dans le sens de ces mêmes rayons.

» Entre les fibres ligneuses principalement, et occupant les rayons cel-

lulaires, se voient de longues bandes plus claires, formées par la réunion d'une infinité de petits corps sphériques mesurant, les uns $0^{\mu},4$ à $0^{\mu},5$, les autres atteignant 1^{μ} à $1^{\mu},3$, isolés ou réunis en diplocoques et en chaînettes, en tout semblables à des Microcoques.

» On ne peut distinguer leur enveloppe, mais ils sont entourés d'une bordure noire qui les fait nettement ressortir sous la forme de petites sphères blanches ([1]).

» L'accumulation des *Cocci* dans l'intervalle occupé jadis par les rayons cellulaires s'explique facilement par la présence des matériaux de réserve rassemblés ordinairement dans cette partie des tiges végétales qui était, à cette époque, envahie en premier lieu par les Bactériacées, comme cela se voit encore de nos jours.

» Parmi les nombreuses Bactériacées que nous avons rencontrées dans les bois silicifiés de Saint-Étienne, que M. Van Tieghem a observées le premier dès 1879 et dont il a décrit les ravages, il n'y a guère que le *Micrococcus hymenophagus* et ses variétés qui, par ses dimensions et son habitat, pourrait être rapproché de ceux que nous décrivons aujourd'hui. Mais, comme l'identification est impossible pour le moment, nous les désignerons sous le nom de *Micrococcus Carbo*, var. A, var. B, la variété A étant beaucoup plus abondante que la variété B.

» Sur certaines préparations, au milieu de ces deux variétés, se rencontrent des formes de passage, allongées, ovoïdes, des *Bacterium*, et d'autres mieux définies, des Bacilles. La forme bacillaire est constituée par des bâtonnets dont la longueur oscille entre $1^{\mu},5$ et 2^{μ}, et la largeur mesure $0^{\mu},7$, généralement isolés, quelquefois couplés par deux, arrondis à leurs extrémités, sans enveloppe distincte, mais entourés, comme les Microcoques décrits plus haut, d'une bordure noire au milieu de laquelle ils se détachent, comme de petits cylindres blancs. Nous désignerons ce Bacille sous le nom de *Bacillus Carbo*.

» Des observations que nous venons de mentionner il résulte que la houille offrant de faibles indices d'organisation, ne présentant aucune fissure ayant permis à des microrganismes de s'y introduire accidentellement, renferme des quantités considérables de Microcoques et de Bacilles.

» Les deux questions suivantes, d'une grande portée, se présentent immédiatement à l'esprit :

([1]) Cette bordure est sans doute la matière de la houille même, autrefois ramollie, au milieu de laquelle les *Cocci* ont été emprisonnés après sa dessiccation.

» 1° Les Bactériacées de la houille ne seraient-elles pas simplement les mêmes que celles, si variées de formes et de dimensions, signalées dans les végétaux fossiles et qui se seraient houillifiées en même temps que les plantes où elles se trouvaient, par un procédé encore à trouver, mais indépendant de leur présence?

» 2° Ou bien sont-elles les Bactériacées *spécifiques* de la houille, c'est-à-dire peut-on leur attribuer les transformations chimiques qui ont amené la cellulose et ses variétés à la composition actuelle des différentes espèces de houilles.

» En réponse à la première de ces questions, nous dirons que les Bactériacées de la houille constituent des amas beaucoup plus considérables que celles rencontrées dans les végétaux conservés par la silice ou le carbonate de chaux; d'autre part, les espèces de la houille sont moins variées de formes et de dimensions que celles des plantes pétrifiées.

» En outre, si les Micrococques et les Bacilles avaient été houillifiés en même temps que les tissus où ils se trouvaient, ils se seraient colorés comme ceux-ci et ne formeraient pas des bandes claires au milieu de la houille provenant de ces tissus.

» Quant à la seconde question, nous ne croyons pas que l'on puisse y répondre immédiatement. On sait, en effet, que le travail bactérien amène, quand il n'est pas gêné, la disparition lente, mais complète de tous les tissus végétaux; si donc les Bactériacées ont fait la houille, il est nécessaire d'admettre que leur travail a été arrêté à des moments *divers* pour les *différents* combustibles.

» Nous ne saurions, en ce moment, que faire des hypothèses plus ou moins fondées sur la nature des causes qui ont enrayé l'œuvre de destruction bactérienne. »

MINÉRALOGIE. — *Les minéraux néogènes des scories plombeuses athéniennes du Laurium* (*Grèce*). Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Les Athéniens ont exploité avec la plus grande activité les mines du Laurium, pour l'extraction de l'argent et du plomb. Le minerai (*galène*) était traité sur place, souvent sur le bord même de la mer, dans laquelle étaient jetées les scories. Celles-ci, encore très riches en plomb métallique et en galène non réduite, sont exploitées, aujourd'hui, à la fois comme source de plomb et comme fondant de certains minerais du Laurium.

» L'eau de mer, en agissant depuis plus de deux mille ans sur les éléments métalliques et particulièrement sur le plomb de ces scories, a développé, à leurs dépens, de nombreux minéraux cristallisés, en partie déjà signalés par Kœchlin, vom Rath et Genth, minéraux que je me suis proposé d'étudier, d'une façon spéciale, lors d'une récente mission en Grèce. La collection que j'ai réunie résulte de mes récoltes personnelles et de l'obligeance aimable de M. Georgiadès. Elle renferme toutes les espèces déjà connues dans ce gisement curieux avec, en outre, quelques autres nouvelles.

» Ces minéraux, tous plombifères, sont surtout implantés sur les lingots ou les globules de plomb que renferment des scories lourdes, souvent bulleuses. Quand le plomb a disparu, les géodes ainsi produites sont tapissées de cristaux pouvant atteindre plusieurs centimètres. Les blocs formés de plomb et de charbon de bois, avec ou sans scories silicatées, m'ont aussi fourni de fort beaux cristaux, généralement plus petits, mais beaucoup plus abondants que dans la gangue précédente. Enfin, des blocs de litharge, résidus de coupellation, ont été trouvés riches en minéraux néogènes.

» Les espèces recueillies sont les suivantes : *laurionite*, *penfieldite*, *fiedlerite*, *phosgénite*, *cérusite*, *anglésite*, auxquelles il faut joindre *matlockite* et *hydrocérusite*, qui n'avaient pas encore été observées dans ces conditions.

» *Matlockite* ($PbCl^2.PbO$). — Ce minéral est très rare en petits cristaux jaunes, groupés. Dans les fentes d'un morceau de charbon de bois, se sont rencontrées de très petites lames $p(001)$, $m(110)$, $h^1(100)$, offrant d'intéressantes propriétés optiques. En lumière polarisée parallèle, elles sont constituées par quatre plages extérieurement limitées par deux larges faces $m(110)$ et une petite facette $h^1(100)$, et séparées les unes des autres par deux bandes monoréfringentes parallèles à m. L'extinction des secteurs se fait suivant les faces $h^1(100)$. En lumière convergente on peut constater que dans chaque secteur (normal à la bissectrice aiguë négative) le plan des axes optiques est perpendiculaire à $h^1.2E = 55°$ environ, la dispersion est forte avec $\rho < v$. Les zones monoréfringentes sont uniaxes et produites par le croisement à angle droit des orientations propres aux deux secteurs adjacents. La matlockite vient donc grossir la liste déjà longue des minéraux pseudoquadratiques : son réseau est orthorhombique.

» *Penfieldite* ($2PbCl^2.PbO$). — Les prismes hexagonaux de penfieldite atteignent 3^{cm}, ils présentent rarement les facettes $a^1(11\bar{2}1)$: le minéral est uniaxe et positif et ne présente aucune anomalie optique. Les groupements à axes parallèles sont fréquents et se manifestent par de petites gouttières a^1a^1.

» *Laurionite* $[PbCl^2, Pb(OH)]^2$. — La laurionite est le minéral néogène le plus abondant; il se trouve sous les deux formes signalées par Kœchlin et vom Rath : les cristaux, toujours aplatis suivant $g^1(010)$, sont, ou bien terminés par $p(001)$, ou bien

par $\left(b^{\frac{1}{6}} b^{\frac{1}{4}} g^1\right)$ (151) : j'ai observé une macle à axes rectangulaires dans laquelle les faces g^1 des deux individus sont sur le même plan.

» *Fiedlerite.* — Les cristaux décrits par vom Rath n'avaient que 2^{mm} : j'espère pouvoir publier prochainement une analyse de ce minéral dont la composition n'est connue que qualitativement. Les formes se rapportent à deux types : j'ai en effet retrouvé les macles aplaties suivant h^1(100) et offrant les faces p(001), avec de nombreuses faces de la zone $h^1 d^{\frac{1}{2}}\left[\left(d^1 d^{\frac{1}{9}} h^{\frac{1}{4}}\right)(544),\ d^{\frac{1}{2}}(111),\ \left(d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{12}} g^{\frac{1}{7}}\right)(577),\ d^{\frac{1}{19}} b^{\frac{1}{29}} g^{\frac{1}{24}}(5.24.24),\ \left(b^{\frac{1}{7}} d^{\frac{1}{17}} g^{\frac{1}{12}}\right)(\bar{5}.12.12)\right]$, et d'autres formes plus rares. Quand p(001) manque à leur partie inférieure, ces macles offrent l'aspect de celles de certains cristaux de sphène.

» Les cristaux non maclés sont très allongés suivant l'arête ph^1, parfois aplatis parallèlement à p : ils présentent les mêmes formes que les cristaux maclés, mais possèdent des aspects très variés, à cause des diverses combinaisons que constituent ces formes entre elles.

» La fiedlerite possède un clivage très facile suivant h^1 (100) [vom Rath l'indique parallèle à p (001)].

» *Phosgénite* ($PbCO^3.PbCl^2$). Les cristaux de phosgénite sont extrêmement riches en faces très brillantes déjà décrites : quelques-uns d'entre eux sont lamellaires suivant p.

» *Cérusite* ($PbCO^3$). La cérusite est toujours aplatie suivant g^1 (010), parfois maclée suivant m (110) : les formes les plus fréquentes sont m(110), e^2(012), e^1 (011), $e^{\frac{1}{3}}$ (031), $e^{\frac{1}{2}}$ (021), $b^{\frac{1}{2}}$ (111).

» *Hydrocérusite* ($3PbO.2CO^2.H^2O$). Ce minéral rare constitue dans des géodes des lames hexagonales, transparentes, uniaxes et négatives, ou des enduits nacrés.

» *Anglésite* ($PbSO^4$). L'anglésite est peu commune en petits cristaux : a^4 (104), a^2 (102), m(110), allongés suivant une arête $a^4 a^2$.

» Les divers minéraux qui viennent d'être décrits forment entre eux des associations favorites. La penfieldite est toujours associée à la fiedlerite ; celle-ci remplit souvent à elle seule des géodes distinctes, même dans les blocs riches en laurionite. Ce dernier minéral est plus particulièrement associé à la phosgénite, à la cérusite, rarement à l'anglésite : les beaux cristaux de cérusite se trouvent dans des géodes tapissées d'hydrocérusite. Quant à celle-ci, elle existe surtout dans les cavités des blocs de litharge.

» Des huit minéraux des scories du Laurium, trois seulement (*penfieldite, laurionite, fiedlerite*) leur sont spéciaux ; les autres se rencontrent, et avec les mêmes formes, dans le chapeau de fer des filons de galène : ils y proviennent de l'altération du sulfure de plomb.

» Ces mêmes derniers minéraux ont été trouvés par Daubrée dans les tuyaux de plomb servant à alimenter les thermes romains de Bourbonne-les-Bains ; ils s'y sont formés par les mêmes réactions qu'au Laurium,

c'est-à-dire par l'attaque du plomb métallique par des eaux chlorurées.

» Il n'est pas très extraordinaire que les trois oxychlorures spéciaux au Laurium ne se soient pas produits à Bourbonne; j'ai pu, en effet, constater qu'ils sont attaqués facilement par l'eau douce : or, l'eau de Bourbonne est trop peu chlorurée pour qu'ils aient pu se former et se maintenir au milieu d'elle. La même observation peut s'appliquer à l'absence de ces minéraux dans le chapeau de fer des filons. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Crétacé inférieur de la vallée de l'Oued Cherf (province de Constantine)*. Note de M. **J. Blayac**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Le bassin hydrographique de l'Oued Cherf (haute Seybouse) est un des plus importants de la province de Constantine. Il se ramifie au sud du Tell et sur les plateaux entre les massifs du Taya et de la Mahouna au nord et les monts d'Aïn-Beida et du Sidi-Ryheiss au sud (région des chotts).

» Le résultat de mes observations est assez différent de celui de Coquand qui avait étudié la région en 1851 ([1]).

» Le Crétacé inférieur de cette vallée présente les trois étages *Hauterivien, Barrémien, Aptien,* représentés, en partie, sous les deux faciès vaseux et récifal. Le premier existe au nord; dans le sud le second prédomine. Au Djebel Djaffa qui barre la grande plaine de Temlouka à l'ouest, on voit des *calcaires coralligènes* s'intercaler dans tous les niveaux marneux de l'ensemble du système crétacé, et, en suivant la chaîne du Djaffa, on voit que les calcaires durs vont en s'épaississant et qu'ils finissent par constituer seuls tous les étages et plus particulièrement l'Aptien et le Cénomanien.

» Néocomien proprement dit. — Cet étage est le plus pauvrement représenté et n'apparaît qu'au Djebel Djaffa sur une petite étendue; il forme les assises les plus anciennes d'un dôme. Il est constitué par des marnes calcaro-schisteuses noires à *Haploceras Grasi* d'Orb., *Duvalia dilatata* Blainv. (très commun), *Belemnites pistilliformis* Blainv. ([2]), etc. Les fossiles y sont assez rares. On peut attribuer ces couches à l'*Hauterivien.* On y voit interstratifiés des bancs de calcaires durs, subrécifaux, avec traces d'encrines.

([1]) Coquand, Mémoire (*S. G. F.*, 2e série, t. V).

([2]) Les déterminations d'Amm. pyriteuses ont été faites ou contrôlées obligeamment au laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble par M. le professeur Kilian et MM. Sayn et Lory; les *Rudistes ont été déterminés par M. Paquier.*

» Barrémien. — Cet étage se montre en trois points différents et assez éloignés les uns des autres. D'abord au Dj. Djaffa où il est caractérisé par une faune pauvre et mal conservée, où M. Kilian a pu reconnaître *Holcodiscus Perezi* d'Orb. sp., *Holc. camelinus* d'Orb. sp., *Sonneratia cf. Grossouvrei* Nicklès, *Pulchellia* sp. Dans les marnes schisteuses de ce Barrémien se trouvent aussi des bancs de calcaires durs avec traces d'huîtres et d'encrines. Ces assises vont en s'épaississant vers le sud.

» *Au Djebel Taya*, dans un synclinal aigu de calcaire jurassique, repose un lambeau barrémien (marnes schisteuses et calcaires en plaquettes). On y rencontre une faune d'Ammonites pyriteuses remarquable :

Pulchellia ouachensis Coq. sp., *P. Sauvageaui* Herm. sp., *P. Heinzi* Coq. sp., *P. coronatoïdes* Sayn., *Holcodiscus diverse costatus* Coq. sp., *H. Caillaudi* d'Orb. sp., *H. Perezi* d'Orb. sp., *H. menglonensis* Sayn, *H. algirus* Sayn, *Hoplites Henoni* Coq. sp., *Leptoceras Cirtæ* Coq. sp., *Desmoceras nabdalsa* Coq. sp., *Silesites* sp., *Heteroceras* sp..., etc., et quelques espèces nouvelles des genres *Silesites*, *Desmoceras*, *Holcodiscus*....

» Cette faune a un cachet nettement barrémien comme le montrent les nombreux représentants des genres *Pulchellia* et *Holcodiscus*, l'existence de *Silesites* et d'*Heteroceras*. Ce serait plutôt du *Barrémien inférieur* à en juger par l'abondance des *Holcodiscus*, la présence d'*Holcodiscus Caillaudi* et *Gastaldi* et de formes voisines d'espèces intermédiaires comme *H. intermedius*.

A Medjez Sfa, sous les grès liguriens affleurent des couches marno-calcaires; on y trouve principalement :

» *Lytoceras crebrisulcatum* Uhl., *Holcodiscus intermedius* (rare) d'Orb. sp., *H. camelinus* d'Orb. sp., *H. Douvillei* Nicklès, *Pulchellia compressissima* d'Orb. sp., *P. Zeilleri* Nicklès, *Desmoceras nabdalsa* Coq. sp., *D. Seguenzæ* Coq. sp., *D. psilotatum* Uhl., *Haploceras cf. Grasi* d'Orb. sp. (un exemplaire), *Silesites* n. sp., *Ptychoceras* sp., *Toxoceras* sp., etc., et d'autres formes nouvelles.

» Cette faune est intéressante par son caractère mixte. A côté d'espèces hauteriviennes, très rares d'ailleurs, abondent les *Silesites*, les *Pulchellia*, les *Holcodiscus* du Barrémien. L'ensemble rappelle la faune du Barrémien inférieur pyriteux de Noyer-sur-Jabron et celle du col de Gamesier, décrite par MM. Lory et Paquier.

» L'Aptien se présente sous les deux faciès vaseux et récifal. A l'*Oued Cheniour*, il constitue la partie visible la plus inférieure d'un dôme où l'on retrouve toute la série crétacée depuis le Sénonien jusqu'à l'Aptien. Il est formé de marnes schisteuses bleuâtres (25^m) avec quelques rares bancs de calcaire tendre.

» Au-dessus de ces couches, existe le Gault, et, au-dessous, 8^{m} à 10^{m} de marnes bleuâtres sans fossiles. Ce type d'Aptien rappelle bien le *type oriental* (Kilian) de l'Aptien delphino-provençal (Hyèges, Sainte-Jalle, etc.) avec mélange apparent de formes aptiennes et barrémiennes, comme l'a déjà signalé M. Sayn au Dj. Ouach.

» On y voit en abondance : *Lytoceras numidum* Coq., *L. Jallaberti* Pictet sp., *L. Depereti* Kilian, *L. Duvali* d'Orb. sp., *Phylloceras Guettardi* Rasp. sp., *Silesites Trajani* Tietze, *S. interpositus* Coq. sp., *Oppelia nisoides* Sarrasin, *Macroscaphites striatisulcatus* d'Orb. sp., *Ptychoceras lœve* Math. sp., *Desmoceras Matheroni* d'Orb. sp., *Duvalia Grasi* Duval sp. On y trouve quelques espèces barrémiennes peu abondantes, telles que : *Desmoceras nabdalsa* Coq. sp., *D. cf. strettostoma* Uhl., *D. cf. difficile* d'Orb. sp., *Silesites Seranonis* d'Orb. sp.

» L'Oued Cheniour est le seul point où affleure l'Aptien marneux. Au Dj. Djaffa, cependant, on trouve, entre le Barrémien et le Gault, des assises marno-calcaires à *Duvalia Grasi* Duval, et des Ammonites pyriteuses indéterminables. Des bancs de *calcaires coralligènes* avec traces de Rudistes et des Orbitolines y sont interstratifiés, y deviennent plus nombreux vers le sud et se relient aux masses calcaires du Tharf, du Fedjouje et du Sidi-Rgheiss, situé à l'extrême sud de la vallée. A la base de ce dernier sont des quartzites et des argiles noirâtres sans fossiles, semblables à ceux signalés par M. Ficheur, dans le Néocomien du Bou Thaleb et du Dj. Touggourt; puis, en discordance, des schistes argileux à *Ostrea aquila*. Ceux-ci, à leur partie supérieure, deviennent de plus en plus calcaires et supportent, en concordance, 250^{m} de *calcaires blancs récifaux*. A la base de ces bancs, dans les parties encore schisteuses, on trouve : *Ostrea aquila* Brong.; *Epiaster restrictus*, Gauthier; *Cidaris cf. Jullieni* Gauthier; *Orbitolina conoidea* Gras, etc. La masse récifale renferme des *Monopleura*, du gr. *mutabilis* Math.; des *Agria* sp. et comme à Castelvieu (Catalogne), *Polyconites Verneuilli* Bayle. Il y a aussi des *Toucasia* différents de *T. carinata*, par l'existence à la valve supérieure d'une lame myophore ployée ou coudée. Ces formes sont au moins très voisines des espèces du Gault des Pyrénées (*T. Santanderensis* Douv. et *T. Seunesi* Douv.) et leur présence contribue donc à rajeunir la faune du Sidi Rgheiss, qui semblerait *intermédiaire entre l'Aptien et le Gault*, opinion justifiée par la position stratigraphique du niveau qui les renferme. Il faut citer aussi des Requienies indéterminables, mais qui rappellent des formes analogues de la première zone à Orbitolines de l'Urgonien des environs de Grenoble.

» En résumé, le Crétacé inférieur du Cherf présente au nord le *faciès* vaseux à faunes pyriteuses semblables à celles de la région delphino-provençale, et au sud le *faciès* récifal qui est surtout très accusé dans l'Aptien. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'ascension du ballon-sonde de Paris.* Note de MM. **G. Hermite** et **G. Besançon**, présentée par M. Mascart.

« Conformément au désir exprimé par la Commission aéronautique internationale, nous avons organisé un départ de notre *Aérophile* n° 3 le 14 novembre dernier, à $2^h 6^m$ du matin. L'opération a été exécutée, comme toutes les nôtres, à l'usine de la Villette et de la même manière.

» Les compteurs de la Compagnie Parisienne indiquent que notre ballon a reçu 373^m de gaz. La force ascensionnelle, mesurée au moment du départ, était de 246^{kg} et le poids du matériel montant de 46^{kg}, de sorte que la force ascensionnelle du gaz d'éclairage était d'environ 800^{gr} par mètre cube.

» La température de l'air était de 3° au-dessous de zéro et la pression de 761^{mm}. La direction était ENE; elle a été constatée à l'aide d'un ballon lumineux, lancé quelques instants avant le départ. Le ballon s'est immédiatement perdu dans la brume.

» Nous sommes restés sans nouvelles jusqu'à mardi matin et nous supposions que le ballon était perdu. Nous avons reçu alors une lettre d'un habitant de Graide, petite commune des environs de Dinant, nous apprenant que notre aérostat avait été retrouvé dans la forêt voisine. Les paysans l'avaient fort maltraité en s'en emparant, et le filet est entièrement perdu, mais le diagramme a été sauvé.

» Le diagramme constate que le ballon est parvenu à la hauteur de 15000^m, à peu près égale à celle que donnait le calcul des poids. La courbe tracée par l'enregistreur est très nette et très régulière.

» La température minima est de $-60°$; elle a été obtenue environ trois heures après l'arrivée du ballon au sommet de la trajectoire, où il a plané pendant très longtemps. Le minimum précède immédiatement le moment où le Soleil a dû se montrer pour l'altitude à laquelle le ballon-sonde se trouvait alors. La courbe indique pendant tout le planement des ondulations de quelques centaines de mètres correspondant avec des variations analogues de la courbe thermométrique.

» L'ascension a été d'une rapidité extrême, elle n'a duré que quarante minutes. La descente a été moins rapide, elle a pris environ une heure et demie.

» Le thermomètre a indiqué $-55°$ au moment où le ballon a atteint l'altitude de 15000 mètres.

» Il est fort remarquable de constater que la décroissance de la tempé-

rature, pendant cette ascension nocturne, est une des moins rapides que nous ayons obtenues jusqu'ici, quoique nous ayons toujours eu soin d'opérer en plein soleil. Cette circonstance semble établir qu'avec notre panier parasoleil et notre système de ventilation naturelle, nous obtenons bien, pendant la journée, la véritable température de l'air. Il serait téméraire de tirer d'une seule observation nocturne la conséquence que nous avons atteint à 15 000 mètres la couche de température invariable pendant toutes les heures de la journée et dans toutes les saisons de l'année (¹); nous devons signaler ce fait à l'attention des observateurs.

» Nous devons ajouter que partout le matériel des ballons-sonde a été retrouvé, ce qui est un encouragement pour la continuation des ascensions nocturnes, surtout en prenant des précautions que nous avons indiquées pour que la descente du ballon soit exécutée après le lever du Soleil. Mais les ascensions nocturnes ne peuvent être tentées qu'avec une force ascensionnelle très considérable, parce que l'aérostat ne profite pas de l'échauffement du gaz qu'il renferme par les rayons solaires, ce qui diminue forcément le poids des appareils qu'on envoie dans la haute atmosphère. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note additionnelle à la Communication précédente, sur les relations entre les mouvements lunaires et les mouvements barométriques* (²). Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Les choses me semblent se passer comme si les causes extérieures conservaient leur entier effet sur les mouvements relatifs qui se produisent dans l'enveloppe gazeuse, légère, éminemment mobile, divisible, expansive et compressible, emportée par la Terre en sa rotation et sa translation.

» Ne considérons ici que l'action de la Lune.

(¹) Nous donnons les altitudes pour nous conformer aux habitudes et répondre à la curiosité du public, mais nous préparons un travail dans lequel nous chercherons à relier par une loi au moins empirique la décroissance de la pression barométrique avec celle de la température. Nous ferons remarquer que, pour donner tous les résultats qu'on en attend, les ascensions simultanées de ballons-sonde doivent être exécutées non seulement avec des instruments identiques, mais avec des ballons de même volume, de même poids et de même imperméabilité.

(²) *Comptes rendus*, p. 850 de ce Volume.

» Soient : F ou — F, soulèvement ou resserrement de l'enveloppe par l'effet du passage de la Lune; α ou $-\alpha$, déclinaison boréale ou australe de l'astre; a, latitude d'un point de son méridien; p, p', a, Opp, etc., comme à la Communication sus-rappelée.

» F cos $(a-\alpha)$ représente le soulèvement ou la compression et F sin $(a-\alpha)$ le glissement au point considéré.

» Soulèvement ou compression et glissement vers la Lune sont respectivement : à p, F et o; à a : — F et o; à p', F cos 2α et F sin 2α; à Opp, — F cos 2α et F sin 2α; aux deux extrémités du diamètre normal à la ligne pa, o et F.

» La combinaison des glissements des couches atmosphériques les unes sur les autres forme comme deux courants inverses, dont l'axe reste dans un méridien de l'espace tournant lentement, qui partent de part et d'autre de a, ont à mi-route leur maximum d'accélération et vont se rencontrer en p.

» Cependant, dès que α s'éloigne de zéro, cette marche n'est pas continue. Aucun courant méridien ne peut franchir les courants d'est de l'équateur si les circonstances ne le localisent sur le Globe, et ici le Globe tourne sous la direction méridienne du courant. De même aucun courant ne peut franchir le pôle en conservant une même direction méridienne.

» Ces diverses conditions tendent à établir l'égalité en valeur absolue des quatre quantités, soulèvement, ou baisses barométriques aux p et p' et compressions, ou hausses, aux a et Opp. L'égalité est d'ailleurs assurée par l'effet mécanique de la rotation : la zone atmosphérique considérée est comme un anneau qui tourne rapidement en oscillant légèrement dans son plan sous l'effort périodique d'une attraction extérieure.

» Quand la Lune est à l'équateur, la traction F exercée sur l'atmosphère a toute sa force aux deux pôles, et, n'étant pas interrompus, les courants méridiens opposés profitent des vitesses acquises, viennent se heurter au point de passage, barrent le courant d'est et produisent un exhaussement barométrique qui détruit l'effet de F. D'autre part, à l'antipode, l'augmentation de pression ne peut pas se produire, parce que, au fur et à mesure de la compression, l'air s'écoule à la fois à l'arrière et sur les deux côtés.

» Même en dehors des équilunes la traction, exercée à la fois sur les deux pôles, ou dans leur voisinage, est toujours très grande. Avec ce fait, la réduction rapide des longueurs des parallèles et l'aplatissement du pôle

concourent à la production des énormes mouvements de hausse et de baisse constatés dans les régions polaires.

» L'augmentation rapide de l'écartement des spires de la trajectoire de la trace de la Lune à l'approche de l'équateur, le renflement équatorial et la variation des rayons de courbure expliquent les changements brusques qui apparaissent dans les mouvements atmosphériques, quand la Lune arrive entre les cinquième et dixième parallèles.

» J'aurai à revenir sur l'importance capitale de la combinaison des ondes, ainsi que des cumulations. »

M. L. **Lechappe** adresse une Note relative à un procédé pratique de production de l'acétylène.

M. L. **Holtz** adresse une Note intitulée « Le microphone et la découverte des sources ».

M. **Boukteïeff** adresse une Note portant pour titre « Nervo-psychose ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 novembre 1896.

Principes sur la Théorie des fonctions elliptiques et applications, par P. Appell, Membre de l'Institut, Professeur à l'Université de Paris, et E. Lacour, Maître de Conférences à l'Université de Nancy. Second fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle. 25 novembre 1896. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1896. N° 9, septembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XX. Octobre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Histoire de la Médecine vétérinaire, par L. Moulé, Médecin-vétérinaire, contrôleur du Service de l'Inspection des viandes de Paris. Paris, Maulde et Cie, 1891-1896; 2 vol. in-8°. (Présentés par M. Berthelot.)

Acta mathematica. Journal rédigé par M. G. Mittag-Leffler. 20:2. Paris, Hermann; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Précis d'Histologie, par M. Mathias-Duval, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Académie de Médecine. Paris, Masson et Cie; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Ranvier.)

Dixième congrès de Chirurgie; Paris, 1896. Président : M. le Professeur Félix Terrier. Paris, Félix Alcan, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. le Dr Guyon.)

Annales de Géographie, publiées sous la direction de MM. P. Vidal de la Blache, L. Gallois et Emm. de Margerie. Bibliographie des années 1894 et 1895. 15 juillet 1895, 15 septembre 1896. Paris, Armand Colin et Cie; 2 vol. in-8°. (Présentés par M. Grandidier.)

Exploration scientifique de la Tunisie. Description des Echinides fossiles des terrains jurassiques de la Tunisie, recueillis par M. Le Merle, Membre de la Mission de l'exploration scientifique de la Tunisie; par M. Victor Gauthier. Paris, Imprimerie nationale, 1896; in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, publiée sous la direction scientifique de M. P. Schutzenberger, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, etc. N° 1. 10 novembre 1896. Tours, Deslis frères.

Annales de l'observatoire météorologique du mont Blanc (altitude 4358^m), publiées sous la direction de M. J. Vallot, Fondateur et Directeur de l'observatoire. Tome II. Paris, Steinheil, 1896; 1 vol. in-4°.

La fatigue et la respiration élémentaire du muscle, par le Dr Joséphine

Joteyko, de la Faculté de Médecine de Paris. Paris, Ollier-Henry ; 1 broch. in-8°.

Ministère de l'Intérieur. Statistique sanitaire des villes de France et d'Algérie de plus de 20 000 *habitants, au nombre de* 117. *Bulletin mensuel.* Août 1896. Melun, Imprimerie administrative ; 1 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 DÉCEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *La pleurésie de l'homme étudiée à l'aide des rayons de Röntgen*. Note de M. **Ch. Bouchard**.

« Si l'on place le thorax d'un homme bien portant entre le tube de Crookes et un écran phosphorescent, on sait qu'on voit apparaître sur cet écran le squelette du thorax figuré par une bande noire verticale à bords parallèles, et de chaque côté par des bandes obliques moins foncées représentant les côtes. De plus, on voit à droite de la colonne, vers le milieu de la région dorsale, une ombre portée par le cœur où l'on peut discerner les battements. Enfin, l'ombre portée par le foie avec sa convexité supérieure monte et descend dans la cavité thoracique suivant les mouvements respiratoires. En dehors de ces ombres, tout le reste du thorax apparaît en clair également des deux côtés. Le médiastin masqué par la colonne n'apparaît pas.

» Chez trois hommes atteints de pleurésie droite avec épanchement, j'ai constaté que le côté du thorax occupé par le liquide pleurétique présente une teinte sombre qui contraste avec l'aspect clair du côté sain; que si l'épanchement ne remplit pas la totalité de la cavité, le sommet de ce côté reste clair et que la teinte sombre dessine la limite supérieure de l'épanchement, telle qu'elle est établie par la percussion et par les autres moyens habituels de l'exploration physique; que la teinte sombre se fonce de plus en plus à mesure qu'on l'observe en descendant de sa limite supérieure, où l'épanchement est plus mince, vers les parties inférieures, où il est plus épais et où son ombre se confond avec celle du foie.

» J'ai reconnu de plus que, dans ces trois cas de pleurésie droite, le médiastin, qui n'est pas apparent à l'état normal, porte une ombre à gauche de la colonne et figure un triangle à sommet supérieur, et dont la base se continue avec le cœur.

» Ce triangle est l'ombre portée par le médiastin déplacé par la poussée latérale de l'épanchement et refoulé vers le côté sain du thorax.

» Dans un quatrième cas où l'épanchement n'existait plus, mais avait laissé à sa suite une rétraction du côté malade, c'est de ce côté que le médiastin déplacé faisait ombre.

» Assurément le diagnostic peut être fait aussi sûrement et aussi complètement par les procédés habituels de l'exploration, et l'application de cette méthode est soumise à des conditions qui en rendent encore l'emploi peu pratique. Mais, sans compter la précision plus grande que la radioscopie donne à la constatation des déplacements du médiastin, elle a l'avantage de faire contrôler une méthode par une autre, un sens par un autre. Elle a surtout l'avantage précieux pour l'enseignement de pouvoir faire constater simultanément et d'un seul coup d'œil, par toute une assemblée, l'existence, l'étendue, la profondeur d'un épanchement dont chacun pourrait assurément se rendre compte, à l'aide de la percussion, mais seulement d'une façon fragmentaire et par une exploration personnelle.

» Je crois inutile d'indiquer les applications qui se présentent à l'esprit et qui peuvent introduire la radioscopie dans l'étude d'autres épanchements ou même dans la recherche des changements de volume, de forme ou de densité, que la maladie peut produire dans les parties profondes. Nous sommes en droit d'espérer que l'exploration par les rayons de Röntgen ne rendra pas à la Médecine de moindres services qu'à la Chirurgie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la composition des gaz qui se dégagent des eaux minérales de Bagnoles de l'Orne;* par M. **Ch. Bouchard**, en commun avec M. **Desgrez**.

« J'ai signalé, l'an dernier ([1]), la présence de l'argon et de l'hélium mélangés à l'azote dans certaines sources sulfurées et silicatées des Pyrénées. J'ai eu l'occasion, cette année, de constater, à la source même des eaux silicatées de Bagnoles de l'Orne, le dégagement abondant de grosses bulles gazeuses, dont le nombre et le volume me rappelaient ce que j'avais observé en particulier à la source de la Raillère de Cauterets. J'ai recueilli ces gaz avec le concours de mon confrère, M. le Dr Censier, et j'y ai constaté, à raison de 5 pour 100, la présence de l'acide carbonique, qui n'existait pas dans les eaux de Cauterets; j'ai reconnu aussi l'absence de l'oxygène et des gaz combustibles. 95 pour 100 des gaz de l'eau de Bagnoles de l'Orne présentant les caractères négatifs de l'azote, je me suis demandé si l'on n'y trouverait pas, comme dans les gaz de Cauterets, l'argon et l'hélium mélangés à l'azote.

» Cette recherche, en ce qui concerne les gaz de Cauterets, avait été faite avec l'assistance et sous la direction de M. Troost, qui avait absorbé l'azote par le magnésium. La même recherche, pour les gaz de Bagnoles, a été faite, dans mon laboratoire, par M. Desgrez, qui a absorbé l'azote à l'aide d'étincelles d'induction, en présence de l'oxygène préparé par électrolyse, et d'une solution concentrée de potasse.

» Quand le volume du gaz a cessé de diminuer, on a fait passer l'étincelle encore pendant une demi-journée, sans obtenir la moindre réduction.

» L'oxygène ayant alors été absorbé par le pyrogallate de potasse, le volume du gaz restant était $4^{vol},5$ pour 100^{vol} du gaz initial. Le gaz résiduel a été maintenu sur le mercure, pendant quatorze jours, au contact de fragments de potasse fondue plusieurs fois renouvelés. On l'a introduit alors dans le tube de Plücker et, pour épuiser les dernières traces d'azote, on a fait passer pendant dix jours, sans interruption, l'étincelle d'induction.

» Pour l'examen spectroscopique, on a fixé à la division 100 de l'échelle la raie jaune du sodium; la raie rouge de l'hydrogène se trouve alors à la division 48, celle du lithium à la division 39. Un échantillon d'argon don-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXI, 2 septembre 1895.

nait alors les deux raies rouges moins réfrangibles que celles de l'hydrogène, caractéristiques de ce gaz, aux divisions 20 et 25.

» Un échantillon d'hélium donnait une raie rouge et la raie jaune D^3 du spectre solaire aux divisions 41 et 101,5.

» Notre tube de Plücker a fourni deux raies rouges situées aux divisions 20 et 25, c'est-à-dire caractéristiques de l'argon. Il présentait également la raie rouge 41 et la raie jaune D^3 du spectre de l'hélium.

» Les raies de l'hélium étaient beaucoup moins accentuées que celles de l'argon, qui étaient très brillantes.

» Les gaz qui se dégagent des eaux de Bagnoles de l'Orne ont donc pour composition, en volume :

Acide carbonique	5,0
Azote	90,5
Argon	4,5
Hélium	traces
	100,0

» Depuis ma première Communication, on a constaté la présence de l'argon dans d'autres eaux sulfureuses. Je ferai remarquer que, si les eaux de Bagnoles ne sont pas sulfureuses, elles sont silicatées comme celles de Cauterets. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *La théorie de la confluence des lymphatiques et la morphologie du système lymphatique de la grenouille;* par M. L. **Ranvier**.

« Le système lymphatique de la grenouille (*Rana esculenta* et *temporaria*) présente une disposition qui a exercé la sagacité d'un très grand nombre d'anatomistes, depuis Panizza et Rusconi jusqu'à nos jours. Il présente une telle ampleur que Vulpian a pu dire, avec une apparence de raison, que la grenouille est une éponge lymphatique. Tous savent que, sous la peau de cet animal, il existe de vastes poches auxquelles on a donné le nom de *sacs lymphatiques*. Ces sacs sont séparés les uns des autres par de minces cloisons, mais ces cloisons sont perforées. Il en résulte qu'un liquide introduit sous pression dans un quelconque des sacs pénètre dans les sacs voisins et successivement dans tous les sacs lymphatiques de l'animal, aussi bien dans ceux qui sont situés profondément dans

la cavité pleuro-péritonéale, tels que la grande citerne rétropéritonéale et le sac périœsophagien, que dans ceux qui sont sous la peau. Finalement, le liquide arrive dans les cœurs lymphatiques, les traverse, pénètre dans les veines, les suit jusque dans l'oreillette droite du cœur sanguin, puis est projeté dans le ventricule et de là dans tout le système artériel. Cette expérience si simple, si facile à réaliser, cette expérience de cours, montre clairement pourquoi une substance toxique, introduite dans un sac sous-cutané de la grenouille, détermine si rapidement les effets de l'intoxication.

» En présence de ce fait si extraordinaire, on conçoit que Vulpian, qui était surtout un physiologiste, se soit laissé entraîner à y voir un phénomène d'imbibition analogue à celui que présente une éponge ; mais il s'agit là, en réalité, de quelque chose de bien plus compliqué et d'un mécanisme autrement rapide, dans lequel entrent en jeu deux sortes d'organes contractiles : les cœurs lymphatiques et le cœur sanguin.

» On a cru pendant longtemps que les sacs lymphatiques sous-cutanés constituaient à eux seuls tout l'appareil lymphatique de la peau de la grenouille, et ce qui confirmait dans cette idée, c'était surtout un Travail que fit le prince Jean Tarchanoff dans mon laboratoire. Cet habile physiologiste, ayant injecté de bleu de Prusse les sacs sous-cutanés du membre abdominal de la grenouille, vit la matière colorante se répandre dans la membrane interdigitale et y dessiner un admirable réseau. Ce réseau fut pris pour un réseau lymphatique cutané. C'était là une erreur que j'ai adoptée pendant longtemps et que j'ai conservée jusqu'au moment où je suis arrivé à injecter les véritables lymphatiques de la peau. J'ai rendu compte de mes recherches à ce sujet dans une Communication antérieure [1]. Que sont donc les lymphatiques injectés par Tarchanoff dans la membrane interdigitale ?

» Il m'est facile de le dire aujourd'hui. Ce sont des lymphatiques sous-cutanés, tout comme les sacs lymphatiques eux-mêmes. Ils nous fournissent l'image de ce que ces sacs ont été à une phase de leur développement. Cette conception morphologique qui, ce me semble, n'est pas sans intérêt, mérite d'être développée. Dans une série de Communications antérieures et surtout dans la dernière [2], je crois avoir montré que des lymphatiques mis en contact peuvent s'ouvrir les uns dans les autres et même former par

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 132 ; 1895.
(2) *Comptes rendus*, 30 novembre 1896.

confluence des canaux ou des ampoules de grandes dimensions. Supposons que chez la grenouille cette propriété, ou plutôt cette force, soit considérable, ou bien qu'elle ne rencontre qu'une faible résistance, on concevra sans peine la formation de ces vastes cavités auxquelles on a donné le nom de *sacs lymphatiques.* Il y a eu d'abord sous la peau des lymphatiques canaliculés. Ceux-ci ont émis des bourgeons. Ces bourgeons se sont étendus, ils se sont ouverts les uns dans les autres, et il s'est formé ainsi un réseau lymphatique semblable à celui que l'on observe encore dans la membrane interdigitale; puis l'accroissement, l'extension et la confluence se poursuivant, tout a été envahi, et le processus ne s'est arrêté que là où il a rencontré une résistance insurmontable. Cette résistance, nous en observons les organes dans la couche cornéenne de la peau, dans l'aponévrose qui recouvre et protège les masses musculaires sous-jacentes, dans les cloisons qui séparent les sacs, enfin dans les filaments vasculaires et nerveux qui, dans les sacs dorsaux, paraissent entièrement libres ou dénudés, mais qui sont revêtus de l'endothélium lymphatique, ainsi qu'on peut s'en assurer par l'imprégnation d'argent.

» Les filaments vasculo-nerveux dont je viens de parler ne sont pas les seuls qui marquent la limite de la confluence lymphatique; il y en a d'autres exemples non moins saisissants et dont l'importance semble d'autant plus grande que la disposition que j'ai en vue maintenant conduit à la conception morphologique du tissu des ganglions lymphatiques; mais je m'en occuperai dans une autre Communication. Je veux cependant dès aujourd'hui poser les jalons qui doivent tracer la route. Je dirai même par avance que c'est le but que je poursuis en faisant la Communication présente.

» La grande citerne rétropéritonéale, les gaines périvasculaires qui en partent pour envelopper les vaisseaux sanguins qui, sillonnant le mésentère, se rendent à l'intestin et le sinus qu'ils forment au niveau de l'insertion intestinale, tout cela a été fort bien décrit et figuré par Rusconi. Le sinus reçoit les lymphatiques de l'intestin.

» Comment sont constitués ces lymphatiques? Sont-ils comparables à ceux que l'on observe chez les mammifères? Y a-t-il quelque chose d'analogue au chylifère central?

» Notons d'abord que chez la grenouille il n'y a pas de villosités intestinales. Celles-ci sont représentées par des plis, ou plutôt il n'y a rien dans l'intestin de la grenouille qui corresponde aux villosités, car les plis dont je viens de parler pourraient bien être les analogues des valvules conniventes. Ces plis ont une disposition fort élégante.

» J'engage ceux qui voudront les observer à faire la préparation que je vais dire. On remplit d'alcool ordinaire l'intestin d'une grenouille, on le fend ensuite suivant sa longueur, on l'épingle sur une lame de liège, la face interne en haut, puis on l'examine dans un bain d'alcool au tiers. On sera frappé de l'élégance de la disposition des plis intestinaux. Cette disposition varie suivant l'espèce (*R. esculenta et temporaria*), elle varie suivant la région du pylore jusqu'au gros intestin. Je ne veux pas la décrire maintenant. Qu'il suffise de savoir que chaque pli est occupé par un lymphatique affectant la même orientation. Autant de plis, autant de lymphatiques. Cependant, l'image des plis ne correspond pas absolument à celle des lymphatiques, car ceux-ci vont d'un pli à l'autre sans discontinuité, c'est-à-dire qu'il y a dans l'intestin grêle de la grenouille un lymphatique parallèle à la surface de la membrane, formant un méandre très compliqué et dont le plan est dessiné par l'ensemble des plis intestinaux.

» Il est peu de préparations plus élégantes et plus instructives qu'une coupe transversale de l'intestin grêle de la grenouille dont les lymphatiques sont injectés de bleu de Prusse et les vaisseaux sanguins de carmin. Chaque pli semble être une villosité intestinale de mammifère, avec son chylifère central et ses capillaires marginaux. Mais, comme on vient de le voir, il y a là une disposition tout autre, au moins en ce qui touche au système lymphatique. Pourtant, cette disposition peut être ramenée à une loi morphologique générale par la théorie de la confluence des lymphatiques. Si l'on imagine, en effet, que pendant le cours du développement il soit arrivé dans les plis intestinaux de la grenouille un grand nombre de lymphatiques indépendants, comme ceux qui forment le chylifère central des mammifères, et que ces lymphatiques, après s'être ramifiés, se soient fondus les uns dans les autres, on comprendra, sans peine, l'édification de cette sorte de fleuve lymphatique qui parcourt l'intestin de haut en bas en assurant son irrigation lymphatique par un nombre considérable de branches latérales, subdivisées et confluentes.

» La confluence n'est cependant pas complète. En effet, en un nombre considérable de points du fleuve, de la rivière, ou, si l'on veut, du lac lymphatique de l'intestin, on observe que le courant est barré par des travées minces ou plus ou moins épaisses. Ces travées, qui paraissent formées de fibres conjonctives, sont tapissées de cellules endothéliales lymphatiques, comme celles que l'on observe à la surface des filaments vasculo-nerveux des sacs lymphatiques dorsaux. Des travées analogues, mieux marquées encore, habituellement plus épaisses, s'observent dans le sinus

lymphatique qui occupe le point d'attache de l'intestin au mésentère. Elles sont tendues comme des cordages entre la face interne du sinus lymphatique et la paroi externe des vaisseaux sanguins qui le traversent. Souvent *ces travées, anastomosées les unes avec les autres, forment un réticulum entièrement comparable à celui du tissu, dit adénoide, des ganglions lymphatiques*.

» C'est, du reste, tout ce qui, chez la grenouille, peut représenter les ganglions lymphatiques, car on n'y rencontre pas d'autre trace de ces organes qui commencent à paraître chez quelques sauriens, s'observent chez les oiseaux et sont si nombreux chez les mammifères.

» On n'observe pas non plus chez la grenouille de vaisseaux correspondant aux troncs lymphatiques des vertébrés supérieurs, à moins que l'on ne veuille considérer comme tels les quatre vaisseaux qui, émanés des cœurs lymphatiques, aboutissent au système veineux. Tout le reste, à coup sûr, appartient à ce que j'ai désigné sous le nom de *capillaires lymphatiques*. Ainsi, ces vastes sacs sous-cutanés seraient des capillaires lymphatiques. C'est là une opinion, quelque paradoxale qu'elle paraisse, à laquelle conduit l'Anatomie générale. Ces cavités, en effet, n'ont pas d'autre paroi que leur endothélium, et cet endothélium est formé de cellules polygonales qui, bien qu'elles soient moins fortement denticulées que celles des capillaires lymphatiques des mammifères, n'en appartiennent pas moins au même type.

» Il reste une question à traiter, une des questions les plus graves. Je l'ai réservée pour la fin. Cette question, les histologistes qui m'ont suivi l'ont sans doute pressentie, c'est celle de la communication des lymphatiques avec les cavités séreuses. Schweigger-Seidel et Dogiel ont observé dans la membrane rétropéritonéale, cette membrane qui sépare la cavité pleuropéritonéale de la grande citerne lymphatique rétropéritonéale, des trous qui établissent une communication entre la cavité du péritoine et le système lymphatique. Il me semble que la théorie de la confluence vient jeter un jour nouveau sur cette question.

» Qu'il me soit permis de faire remarquer tout d'abord que, en embryologie, on ne saurait conclure de l'affinité à une origine commune ou à l'étroite parenté. Les trompes utérines débouchent dans la cavité péritonéale, leur revêtement épithélial se poursuit jusqu'à la peau. Celui qui en conclurait que l'endothélium péritonéal, l'épithélium génital et l'épiderme forment un seul système se couvrirait de ridicule.

» On peut donc admettre que les lymphatiques ont de l'affinité pour

les séreuses sans croire pour cela que les uns et les autres aient une origine commune et appartiennent au même système organique. Voilà pourquoi la découverte de Schweigger-Seidel et Dogiel, précédée de celle de Ludwig et Schweigger-Seidel sur la communication de la cavité péritonéale des mammifères avec les lymphatiques du centre phrénique, quelque brillante qu'elle fût, a eu, momentanément, une influence fâcheuse sur la Science. »

PALÉONTOLOGIE. — *Monographie des Éléphants quaternaires de l'Algérie.* Note de M. **A. Pomel**.

« Les espèces que j'ai décrites sont au nombre de six, y compris un Mastodonte peu connu. Elles appartiennent à deux horizons géologiques quaternaires, séparés par un faible envahissement de la mer ayant déposé des sédiments littoraux, aujourd'hui émergés.

» Le Mastodonte est très voisin du *M. Borsoni,* si ce n'est lui; il provient du terrain pléistocène du Saint-Amand. Le même gisement a fourni des restes tout juste déterminables de l'*Elephas meridionalis*. Je ne pense pas qu'il puisse y avoir doute pour cette détermination.

» J'ai donné le nom d'*Elephas Iolensis* (de Iol, Iulia Cæsarea, Cherchel) à une espèce remarquable par l'étroitesse de ses molaires, fortement ondulées, crispées, présentant une certaine analogie avec *Elephas antiquus,* avec lequel je l'avais d'abord confondu, mais qui en diffère par des lames plus serrées, au nombre de treize seulement à la dernière molaire, au lieu de seize. *E. mnaidriensis* de Malte, qui a le même nombre de lames, a la dent beaucoup plus large, 50^{mm} au lieu de 36^{mm}. Cette espèce se trouve dans le terrain de plages marines émergées, sahel d'Alger, Cherchel, Mostaganem, qui divise les terrains quaternaires de la côte algérienne en deux horizons très distincts, celui à *Elephas meridionalis* et celui à *Elephas atlanticus,* entre lesquels il constitue un troisième horizon intermédiaire.

» C'est dans ce terrain quaternaire supérieur, à Palikao, que se trouve un Éléphant pynice, que je ne peux assimiler à *E. melitensis;* car la seule molaire inférieure que j'en connaisse, quoique concordante à peu près par la taille, en diffère par des détails de structure des lames qui la composent; il faut attendre des éléments plus complets pour la mieux caractériser.

» L'*Elephas atlanticus*, que j'avais déjà depuis assez longtemps distingué, dans une Note sur *Ternifine,* dans l'*Association française pour l'avancement*

des Sciences, est une grande espèce bien distincte, connue par de nombreux débris et des dents à formule très distincte et qui lui est particulière. La quatrième molaire présente, en effet, dans les autres espèces, le même nombre de lames que la troisième, 8 au lieu de 9 qui existent ici.

» La formule totale est, dans l'*Atlanticus*, $3 + 6 + 8 + 9 + 10 + 12$; les défenses étaient volumineuses; un tronçon médian de 1^m à $1^m,15$ de diamètre. Les lames des molaires sont épaisses, à émail ondulé, anguleuses vers leur milieu, de manière à figurer des losanges irréguliers et imparfaits, bien différents de ceux d'*Elephas africanus*. Cette espèce a été prise en effet pour l'*Africanus* par Gervais, d'après une mâchelière de Millesimo. Elle est commune à Palikao, se retrouve à Pointe-Pescade, à la Sinia, à Aboukir, dans le quaternaire supérieur.

» *Elephas africanus* Cuv. — On a longtemps discuté sur la question de savoir si cette espèce avait été observée en Europe, ce qui ne paraît plus contestable, du moins dans la péninsule Ibérique. En Afrique, sa patrie actuelle, sa présence n'a rien que de très naturel. Mais il n'est pas aussi certain qu'elle y ait vécu dans la région atlantique à l'époque romaine. Il n'est plus douteux qu'elle n'y ait apparu vers la fin des temps quaternaires. On la trouve, en effet, dans les atterrissements des pentes, dans les limons du fond des grandes vallées, comme la Mitidja et là bien au-dessous du niveau des substructions romaines. C'est bien l'*Africanus*, la forme en losange de la couronne des lames ne permet pas d'en douter; il y a identité absolue. La formule des lames dentaires est $7 + 8$ ou $9 + 10 + 12$. C'est encore une autre anomalie. Ce qui en est une encore, c'est que le radius a sa tête supérieure synostosée au cubitus par d'assez fortes trabécules. Je n'ai aucun exemple, dans les vivants et les fossiles, d'une pareille soudure.

» Dans les dessins rupestres aux traits grossiers des rochers du Sud-Oranais, on remarque des galbes d'une espèce d'Éléphant très grossièrement figurés, mais très reconnaissables, dont j'ai reproduit quelques exemples. On ne peut mettre en doute l'intention de représenter des animaux de ce genre; il est plus difficile d'en reconnaître l'espèce; il est très présumable que c'est l'*Elephas atlanticus* que les artistes préhistoriques ont voulu représenter, et l'on peut constater que le pavillon de l'oreille y présente une forme spéciale, caractérisée par l'existence d'un lobe inférieur qui diffère beaucoup du lobe inférieur des Éléphants de l'Inde et de ceux d'Afrique, et que l'on peut considérer comme caractéristique de l'espèce fossile quaternaire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les Rhinocéros quaternaires de l'Algérie.* Note de M. A. **Pomel.**

« Depuis que l'Académie m'a fait l'honneur de me décerner un prix pour la publication des monographies paléontologiques des Vertébrés quaternaires de l'Algérie, j'ai continué mes recherches et mes publications sur le même sujet. J'ai aujourd'hui l'honneur de lui faire hommage d'une nouvelle monographie, celle des Rhinocéros de nos terrains quaternaires. Les plus connues sont :

» 1° *Rhinoceros (Atelodus) Mauritanicus.* — Les molaires supérieures sont du type de celles du *Rh. bicornis,* mais en diffèrent par l'absence de plis et de côtes sur la paroi extérieure, qui est unie. Le bord incisif inférieur est incomplet, mais ne paraît pas avoir été aussi court que dans le *Rh. simus.* Les os des membres indiquent des formes trapues.

» Les ossements ont été trouvés dans la sablière de Ternifine, sur le plateau d'Égris.

» 2° *Rhinoceros subinermis.* — C'est encore un représentant du sous-genre *Atelodus.* Un os du nez ne montre, pour porter la corne, que des rugosités très peu développées, en sorte que la corne nasale, si elle existait, devait être très peu marquée, d'où le nom. Il n'y avait aucune trace de cloison nasale.

» La mandibule s'atténuait fortement en avant et devait être beaucoup moins obtuse, par exemple, que dans *Rh. simus.*

» Les ossements des membres sont relativement assez grêles, et les fémurs ont leur troisième trochanter assez fortement étalé, mais les récurrences n'en sont pas connues.

» Le gisement de ces ossements se trouve à la pointe Pescade, près d'Alger, dans une grotte ouverte par des travaux de chemin de fer dans des dépôts alluvionnaires superposés à des dépôts marins appartenant à l'horizon des plages quaternaires émergées.

» 3° Les grottes d'Aïn-el-Turk, à l'est d'Oran, renferment les débris d'une autre espèce insuffisamment connue, très voisine de l'espèce précédente, mais ne pouvant être confondue avec elle, quoique appartenant au même horizon stratigraphique, supérieur aux plages marines émergées.

» 4° L'existence d'une quatrième espèce est attestée dans ces plages quaternaires soulevées elles-mêmes appartenant au milieu de cette époque,

mais elle n'a pu être étudiée; elle est signalée d'après un fémur de forme trapue, qui a été enlevé par un coup de mer avant qu'on ait pu le recueillir.

» L'âge du gisement de Palikao est probablement le même que celui de Pointe-Pescade; car on y a remarqué des pierres de foyer construites avec la carapace calcaire qui règne au-dessus des atterrissements quaternaires antérieurs aux plages marines émergées.

» On pourrait citer plusieurs gisements sporadiques d'ossements de Rhinocéros, qui indiquent que les animaux de ce genre n'étaient pas rares en Algérie aux temps quaternaires les plus récents, et qui ménagent des découvertes inattendues aux explorateurs futurs. »

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations de l'éclipse totale du 9 août 1896, dans l'île japonaise de Yézo*, par M. **H. Deslandres.**

« J'ai été chargé, par le Bureau des Longitudes, d'aller observer au Japon l'éclipse totale du 9 août 1896 : je présente à l'Académie le résumé des opérations et des résultats.

» Pour des raisons diverses, l'expédition a été décidée très tard, et la mission a disposé de cinq semaines au plus pour organiser les nombreux appareils nécessaires à l'étude physique complète du phénomène. Il a fallu expédier le 17 mai les soixante-dix caisses du gros matériel par Marseille et le canal de Suez, sans avoir assemblé et essayé les pièces principales.

» D'autre part, la mission elle-même, comprenant quatre personnes, le chef de mission et trois assistants, MM. Millochau, Ferdinand Mittau, Joseph Mittau, a gagné le Japon par la voie plus courte de l'Amérique et du Canada, et est arrivée à Yohohama le 15 juin, quatorze jours avant le gros matériel.

» Là, j'ai pu terminer les derniers préparatifs et, d'après les conseils des météorologistes japonais, choisir définitivement, comme station d'observation, le petit port d'Yésashi, sur la côte nord de l'île de Yézo. Cette même station a été adoptée aussi par la mission japonaise du professeur Terao, et par la mission américaine du professeur Todd. Enfin, j'ai soumis le cas spécial de la mission et sa préparation insuffisante à l'amiral de

Beaumont, commandant l'escadre de l'Extrême-Orient, et au capitaine de vaisseau Boutet, commandant du croiseur *Alger*, désigné pour conduire la mission au lieu d'observation. J'ai reçu d'eux le meilleur accueil et la promesse que toutes les ressources du navire seraient à notre disposition.

» Le 1er juillet, la mission, avec son matériel complet, a quitté Yokohama sur le croiseur *Alger*, et est arrivée à Yésashi le 5 juillet. Deux jours après, le matériel entier était réuni, par les moyens du bord, à l'emplacement choisi, et le commandant laissait à terre trois officiers et dix marins (mécaniciens, ouvriers d'art), qui resteront attachés à la mission pendant la durée entière de son séjour. Avec ce renfort important, avec l'aide des ateliers du bord, les défauts du matériel ont été facilement réparés et l'observatoire spécial de l'éclipse a été construit rapidement, malgré l'obstacle d'une pluie persistante (pendant les six semaines du séjour, il y a eu seulement huit jours clairs).

» Même il a été possible de donner à l'observatoire une extension plus grande que dans l'expédition précédente du Sénégal. J'ai pu, d'une part, reprendre les expériences nouvelles, abordées pour la première fois en 1893, et, d'autre part, organiser encore de nouvelles recherches. On a préparé pour l'éclipse cinq instruments astronomiques principaux qui portaient dix-huit appareils distincts.

» Les instruments sont : un équatorial de huit pouces, prêté aimablement à la mission par M. Janssen; deux équatoriaux de cinq pouces et de six pouces, un grand pied Cauchoix et un sidérostat polaire.

» Les appareils sont : sept chambres pour la photographie de la couronne, donnant des images du disque solaire de $0^m,0015$, $0^m,003$, $0^m,0065$, $0^m,005$, $0^m,01$, $0^m,03$, $0^m,07$; deux spectroscopes à réseau et à prismes destinés à l'étude de la rotation de la couronne; deux chambres prismatiques; trois spectroscopes à fente, dont deux pour l'étude du spectre ultra-violet; une lunette de six pouces sur pied spécial, un spectrophotomètre pour les rayons lumineux, un photomètre pour les rayons calorifiques et un polariscope. Ces quatre derniers appareils étaient confiés aux officiers de marine, MM. Lebouleur de Courlon et Urbin, lieutenants de vaisseau; M. Dumas, aspirant de marine, qui avaient travaillé à leur construction avec dévouement et habileté.

» Malheureusement, le jour de l'éclipse, le ciel a été couvert, et le premier contact n'a pu être observé; mais, ensuite, les nuages se sont un peu éclaircis, et l'on a pu voir le croissant solaire, mais pâle et avec des bords diffus. Ces conditions peu favorables ont persisté pendant la totalité : après

le deuxième contact ([1]), l'anneau coronal s'est montré à travers les nuages, mais faible et se détachant à peine sur le fond du ciel légèrement éclairé. Aussitôt, je donnai l'ordre d'abandonner pour les appareils photographiques les poses successives avec plaques différentes, adoptées pour le cas du beau temps, et de poser avec une seule plaque sensible pendant la durée entière du phénomène (soit $2^m 35^s$). Bref, sur les sept chambres photographiques, les six premières ont fourni une image de la couronne plus ou moins forte; la septième chambre et les appareils spectraux qui exigeaient plus de lumière n'ont rien donné.

» Les photographies ([2]) montrent l'anneau coronal diffus au bord intérieur, large au plus d'un rayon solaire, et presque dépourvu à l'extérieur des rayons caractéristiques; on aperçoit seulement de vagues prolongements dans les directions N.-O., N.-E. et S.-O. Mais ces épreuves donnent nettement la distribution générale de la lumière dans la couronne; leur étude conduit à des conséquences d'ordre général et éclaircit la question de la dépendance entre les taches et la couronne, dépendance indiquée déjà en 1872 comme probable par M. Janssen.

» La couronne de 1896 présente, en effet, aux pôles et surtout au pôle nord, une diminution nette de lumière, ce que les Anglais appellent une *fente* (*a rift*) ([3]); et, à ce point de vue, elle se distingue de la couronne de 1893, qui correspond à un maximum de taches, alors que, en 1896, la décroissance des taches est déjà notable. Or, si l'on se reporte aux couronnes antérieures, on constate aussi cette large fente polaire dans la phase des taches décroissantes, et même elle est d'autant plus large qu'on est plus éloigné du maximum des taches. Les analogies sont surtout nettes avec les couronnes de 1886, de 1875, de 1851, qui sont à la même distance du maximum ; même avec celle de 1875, il y a identité, la fente nord, dans les deux couronnes, étant plus noire que la fente sud, et l'équateur est plus brillant que l'équateur ouest.

» D'ailleurs, cette fente polaire, qui augmente avec les taches décroissantes, s'explique bien dans la théorie éruptive de la couronne et dans la théorie électrique, qui sont les deux généralement admises ; car elle s'ac-

---

([1]) D'après les observations de MM. Leboulleur et Millochau, le deuxième contact a eu lieu à $3^h 4^m 23^s$, temps moyen d'Yésashi, et le troisième contact à $3^h 6^m 57^s$.

([2]) Deux épreuves montrent aussi la planète Vénus et faiblement la planète Jupiter.

([3]) La fente nord a son milieu à peu près au pôle nord du Soleil ; la fente sud est un peu portée vers l'est.

corde avec la découverte récente de Spörer, qui constate la diminution croissante de la latitude moyenne des taches, dans l'intervalle de deux minima.

» En résumé, l'éclipse de 1896 confirme la loi suivante, indiquée déjà dans une certaine mesure par les éclipses antérieures : Les variations périodiques des taches, qui sont suivies par les protubérances, s'étendent aussi à la couronne et, donc, à l'atmosphère solaire tout entière.

» L'importance de cette loi apparaît d'ailleurs plus grande, si l'on remarque que les variations périodiques des taches s'étendent aussi à plusieurs éléments du magnétisme terrestre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Fr. Landolph** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « L'analyse optique des urines et le dosage exact des protéides, des glucosides et des matières saccharoïdes non fermentescibles ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain.)

M. **A.-G. Grimblot** adresse un Mémoire intitulé « Germination des spores de la Truffe ».

(Commissaires : MM. Chatin, Van Tieghem.)

M. **L. Mirinny** adresse, comme suite à ses précédentes Communications, un Mémoire intitulé « Modification d'un principe fondamental relatif aux quantités imaginaires ».

(Renvoi à l'examen de M. Poincaré.)

M. **J. Niffre** adresse une Note relative à un « Compresseur d'air à deux cylindres ».

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Lévy.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *L. Schlesinger*, intitulé « Handbuch der Theorie der linearen Differentialgleichungen ». (Présenté par M. E. Picard.)

ASTRONOMIE. — *Comparaison des observations de Vesta avec les Tables.* Note de M. Leveau, présentée par M. Lœwy.

« En offrant à l'Académie un exemplaire de mes *Tables de Vesta*, j'ai l'honneur de présenter le résultat de la comparaison des observations de cette planète faites en 1895 aux observatoires de Greenwich, Paris et Toulouse avec l'éphéméride du *Nautical Almanac* et les positions déduites de mes calculs.

		Observation — Calcul.			
		Æ.		P.	
Dates. 1895.	Observatoires.	*Nautical Almanac.*	Tables Leveau.	*Nautical Almanac.*	Tables Leveau.
		s	s	″	″
Juillet 19......	Toulouse	+2,09	+0,07	— 9,9	—0,2
20......	»	+2,12	+0,09	—11,0	—1,0
23......	»	+2,17	+0,09	—11,5	—1,3
24......	»	+2,12	+0,04	—11,2	—1,1
Août 19......	Greenwich	+2,54	+0,07	—11,0	+0,3
21......	»	+2,51	+0,05	—11,1	—0,6
23......	»	+2,58	+0,12	—12,0	—1,8
24......	»	»	»	—11,9	—1,9
27......	»	+2,53	+0,04	—10,4	—0,6
29......	»	+2,59	+0,07	—10,4	—0,7
30......	»	+2,56	+0,04	—11,3	—1,4
31......	»	+2,54	+0,02	— 9,6	+0,5
Sept. 2......	»	+2,48	—0,02	—11,7	—1,6
3......	»	+2,57	+0,09	—10,5	—0,4
4......	»	+2,51	+0,05	—10,8	—0,7
9......	»	+2,54	+0,13	— 9,5	0,0
11......	»	+2,38	—0,02	—10,3	—0,7
14......	»	+2,38	0,00	— 9,9	—0,9
17......	»	+2,40	+0,07	— 9,4	—0,9

1895. Dates.		Observatoires.	Observation — Calcul. Æ. *Almanac. Nautical*	Æ. Leveau. Tables	P. *Almanac. Nautical*	P. Leveau. Tables
			s	s	"	"
Sept.	20......	Greenwich	+2,24	−0,03	− 9,4	−1,4
	25......	»	+2,26	+0,04	− 7,9	−0,2
	26......	»	+2,29	+0,09	− 9,3	−1,5
Oct.	4......	»	+2,22	+0,18	−10,6	−3,2
	18......	Paris	+1,70	−0,12	− 6,4	−0,4
	19......	»	+1,67	−0,15	− 7,0	−0,7
	25......	Greenwich	+1,77	−0,02	− 5,7	+0,8
Nov.	1......	»	+1,78	+0,14	− 6,5	−0,4
	9......	»	+1,54	−0,03	− 5,1	+1,2
	18......	»	+1,42	−0,02	− 4,5	+1,3

GÉOMÉTRIE. — *Sur le paraboloïde des huit droites et les nappes de développées de surfaces.* Note de M. A. MANNHEIM.

« Entre les droites de courbure d'une surface et celles des nappes de sa développée, il existe une dépendance exprimée géométriquement par un paraboloïde que j'ai appelé *paraboloïde des huit droites* (1).

» Si l'on donne les droites de courbure d'une surface et seulement celles de l'une des nappes de sa développée, ce paraboloïde est déterminé; mais il ne suffit pas pour déterminer les droites de courbure de l'autre nappe.

» Je me propose de montrer ce qu'il permet pourtant de connaître relativement à cette dernière nappe.

» Soient : (S) une surface; a un de ses points; A la normale en ce point; b et c les centres de courbure principaux de (S) situés sur A. Menons des points b, c les droites de courbure B, C qui sont, comme l'on sait, les normales en b, c aux nappes (B), (C) de la développée de (S).

» Appelons d, e les centres de courbure principaux de (B) sur B; g, h les centres de courbure principaux de (C) sur C; de chacun de ces points partent les droites de courbure D, E, G, H des nappes (B), (C).

» Supposons que l'on donne les droites de courbure B, C, D, E. Le

(1) *Comptes rendus*, séance du 12 février 1872 et *Principes et développements de Géométrie cinématique*, p. 223.

paraboloïde des huit droites, que je désignerai par (P), se détermine ainsi : il a pour plan directeur un plan perpendiculaire à A; ses directrices sont dd' qui joint d au point où C est coupée par le plan (B, E) et ee' qu'on obtient de même au moyen du plan (B, D).

» Parmi les génératrices de (P) il y a A′ qui passe par c et A″ qui passe par b. Je rappelle que ces deux droites sont respectivement conjuguées de A par rapport aux nappes (C), (B) et, en outre, que la normale C et la normale à (C), infiniment voisine de celle-ci, qui s'appuie sur A′, déterminent un élément de normalie $(N)_C$ à (C), qui est de raccordement avec (P) le long de C, et que, de même, il y a pour (B) l'élément de normalie $(N)_B$. Puisque (P) et $(N)_C$ se raccordent le long de C, ces surfaces ont, pour cette génératrice, même plan central, même point central, même paramètre de distribution de leurs plans tangents.

» Le plan des droites C et A″ étant perpendiculaire à un plan directeur de (P) est le *plan central pour* C.

» Les droites C, A″ étant des droites de (P), leur point de rencontre i est le point où leur plan est tangent à ce paraboloïde ; mais nous venons de voir que ce plan est le plan central, donc *le point i est le point central sur* C.

» Projetons, orthogonalement, la nappe (C) sur le plan mené du point c perpendiculairement à A. La courbe de contour apparent, ainsi obtenue, a pour centre de courbure, correspondant à c, le point central i. On retrouve ainsi que *le centre de courbure de la courbe de contour apparent de* (C) *est le point de rencontre de* A″ *de* C.

» Énonçons autrement ce résultat en prenant, non plus une seule surface (S), mais des surfaces que j'appellerai encore (S), pour lesquelles on a les mêmes droites de courbure B, C, D, E :

» *Des surfaces* (S) *ont un contact du second ordre au point a. Si leurs développées ont une nappe commune* (B), *les autres nappes* (C) *de ces développées, projetées orthogonalement sur le plan mené de c perpendiculairement à* A, *ont pour contours apparents sur ce plan des courbes qui ont en c un contact du second ordre.*

» Il est facile de construire le paramètre de distribution des plans tangents à l'élément $(N)_C$ pour la génératrice C. Pour cela, dans le plan (A, C) [1] élevons du point i une perpendiculaire à C et prenons sur cette droite le point γ, d'où l'on voit le segment ci sous un angle égal à l'angle

---

[1] On peut faire la construction dans un plan arbitraire mené par C.

(A, A′) qui mesure l'angle que font entre eux les plans tangents à $(\mathrm{N})_c$ en c et i : *le segment* γi *est égal au paramètre demandé.*

» Du point γ, on voit sous un angle droit le segment gh compris entre les centres de courbure principaux g, h de la nappe (C); on a alors, en désignant par k le paramètre γi :

$$ig \times ih = k^2.$$

» De là ce théorème, en considérant toujours des surfaces (S) comme précédemment :

» *Le produit des distances du centre de courbure* i *aux deux centres de courbure principaux d'une nappe* (C) *de la développée d'une quelconque des surfaces* (S) *est constant.*

» Désignons par l le paramètre de distribution des plans tangents à l'élément de normalie $(\mathrm{N})_{\mathrm{B}}$ et par j le point où A′ coupe B. On a

$$k = \frac{ci}{\operatorname{tang}(\mathrm{A}, \mathrm{A}')} = \frac{ci}{\frac{jb}{bc}}, \qquad l = \frac{jb}{\operatorname{tang}(\mathrm{A}, \mathrm{A}'')} = \frac{jb}{\frac{ci}{bc}},$$

d'où $kl = \overline{bc}^2$.

» Ainsi *le produit des paramètres de distribution des plans tangents aux éléments de normalies* $(\mathrm{N})_{\mathrm{B}}$, $(\mathrm{N})_{\mathrm{C}}$ *pour les génératrices* B, C *est égal au carré de la plus courte distance de ces génératrices.*

» Le plan (A′, C), tangent à $(\mathrm{N})_{\mathrm{C}}$ en c, est normal à cette normalie au centre de courbure de la section que ce plan détermine dans l'une quelconque des nappes (C); donc

» *Le plan* (A′, C) *coupe les nappes* (C) *des surfaces* (S) *suivant des courbes qui ont en* c *un contact du second ordre.*

» Construisons avec le même paramètre, dans le plan tangent en C aux nappes (C), les indicatrices de ces surfaces pour le point c. Ces courbes, d'après la dernière propriété, auront un diamètre commun suivant A′, et, comme aux extrémités de ce diamètre leurs tangentes sont parallèles à A, qui est conjuguée de A′, on voit que

» *Construites avec le même paramètre, les indicatrices des nappes* (C) *pour le point* c *sont doublement tangentes.*

» La distance du point c aux tangentes communes à ces indicatrices est alors la même, quelle que soit la nappe (C). Comme le carré de cette distance est proportionnel aux rayons de courbure des contours apparents des

nappes (C) projetées au moyen de parallèles à A, nous retrouvons ainsi que *ce rayon de courbure ci est le même pour toutes les nappes* (C).

» Telles sont, lorsqu'on donne B, C, D, E, les propriétés communes aux nappes (C) des surfaces (S). Relativement aux éléments considérés, il ne me paraît pas utile d'en énoncer d'autres, parce qu'elles ne seraient, sous des formes différentes, que celles dont je viens de parler. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Dirichlet et les fonctions harmoniques fondamentales attachées à une surface fermée.* Note de M. **Le Roy**, présentée par M. Poincaré.

« M. Poincaré, par sa méthode du *balayage,* a mis hors de doute *l'existence* d'une solution du problème de Dirichlet dans le cas le plus général; mais la forme analytique de cette solution reste inconnue. Je me suis proposé de voir si, le principe de Dirichlet étant supposé établi, il ne serait pas possible d'obtenir l'expression de la fonction harmonique prenant des valeurs données Φ sur la frontière S d'un domaine connexe T par une série de fonctions harmoniques simples, d'après le procédé constamment employé en Physique mathématique.

» Je suppose que la fonction Φ possède des dérivées de tous les ordres et que le domaine T soit limité par un nombre fini de surfaces fermées composées chacune d'une seule nappe analytique régulière. Ces hypothèses ne sont d'ailleurs pas toutes indispensables, et l'on peut se placer dans des circonstances un peu plus générales.

» Cela posé, j'ai démontré l'existence d'un ensemble dénombrable de constantes ξ_p, positives et indéfiniment croissantes, auxquelles correspondent des potentiels newtoniens de simples couches W_p vérifiant les relations suivantes

$$\frac{dW_p}{dn_i}+\frac{dW_p}{dn_e}+\xi_p W_p=0,\qquad \int_{(S)} W_p^2\,d\omega=1,\qquad \int_{(S)} W_p W_q\,d\omega=0.$$

» Dans ces formules, je représente par $\frac{dW_p}{dn_i}$ et $\frac{dW_p}{dn_e}$ les dérivées de W_p prises en un point de S suivant la normale vers l'intérieur et vers l'extérieur de T. Je donne aux fonctions précédentes le nom de *fonctions harmoniques fondamentales* attachées à la surface fermée S.

» Je ne puis songer à transcrire la longue démonstration qui m'a conduit

à affirmer l'existence des fonctions harmoniques fondamentales. Elle est d'ailleurs très analogue à celle que M. Poincaré a donnée, pour une question de même espèce, dans son Mémoire sur les équations de la Physique mathématique (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, 1894). La seule modification notable est l'emploi d'une transformation ponctuelle de l'espace, indiquée d'ailleurs par le même géomètre dans un Mémoire sur la méthode de Neumann (*Acta mathematica*, 1896), mais que j'ai dû généraliser un peu.

» On peut chercher à développer Φ en série de la forme

$$\Phi = \Sigma A_p W_p, \qquad A_p = \int_{(S)} \Phi W_p \, d\omega.$$

Une méthode imitée de celle qu'a suivie M. Poincaré dans son Mémoire sur l'équilibre et les mouvements des mers (*Journal de Mathématiques*, 1896), permet d'affirmer que la série précédente a effectivement Φ pour somme, sous la seule condition qu'elle soit uniformément convergente.

» On voit d'ailleurs aisément, si l'on suppose le principe de Dirichlet établi, que la convergence absolue et uniforme est assurée quand la fonction Φ a des dérivées de tous les ordres. Le théorème de Harnack montre alors que la série converge dans tout l'espace : *sa somme est la fonction harmonique qui prend sur* S *les valeurs* Φ. Le même développement en série est valable pour les problèmes de Dirichlet intérieur et extérieur : *la solution se présente sous la forme d'un potentiel newtonien de simple couche.*

» Il est facile de généraliser ce résultat. On sait maintenant construire une fonction V harmonique à l'intérieur et à l'extérieur de S, régulière à l'infini, vérifiant en tout point de S la relation

$$\frac{dV}{dn_i} + \frac{dV}{dn_e} = \frac{\partial V}{\partial t},$$

et se réduisant sur S pour $t = 0$ à Φ. On a

$$V = \Sigma A_p W_p e^{-\xi_p t}, \tag{1}$$

et cela suppose seulement que Φ a des dérivées de tous les ordres.

» Un théorème, qui présente quelques analogies avec celui de Harnack, permet de résoudre le même problème par la même série, lorsque Φ est simplement continue. La série n'est plus valable alors que pour $t > 0$; mais on en déduit, en suivant une marche indiquée par Abel à propos des séries entières, que, si elle est encore convergente pour $t = 0$, elle a pour somme la fonction harmonique prenant sur S les valeurs Φ. En tout

cas, la série (1) permet de calculer cette fonction harmonique avec telle approximation que l'on veut; à ce point de vue, on peut donc dire qu'elle la représente.

» Je signale, en terminant, la possibilité de faire encore tous les raisonnements précédents pour les potentiels vérifiant les relations

$$\frac{dW_p}{dn_i}+\frac{dW_p}{dn_e}+\xi_p\varphi W_p=0,\qquad \int_{(S)}\varphi W_p^2\,d\omega=1,\qquad \int_{(S)}\varphi W_p W_q\,d\omega=0,$$

φ étant une fonction positive.

» A chaque fonction φ correspond une classe de fonctions harmoniques. Appelons *classe principale* celle que l'on obtient en prenant φ proportionnelle à la densité de l'électricité en équilibre sur S. Il est visible que les fonctions de la classe principale se réduisent aux fonctions de Laplace, dans le cas de la sphère, et aux fonctions de Lamé, dans le cas de l'ellipsoïde. En général, la première fonction fondamentale est alors le potentiel de la distribution naturelle de l'électricité. »

NOMOGRAPHIE. — *Sur les équations représentables par trois systèmes linéaires de points cotés*. Note de M. **Maurice d'Ocagne.**

« Deux catégories sont à distinguer parmi les équations représentables par trois systèmes linéaires de points cotés :

» 1° *Les droites portant ces trois systèmes ne sont pas convergentes.* — Dans ce cas, une transformation homographique permet de faire coïncider deux de ces droites avec deux axes de coordonnées parallèles et la troisième avec l'axe des origines correspondant.

» Les équations des trois systèmes de points cotés peuvent alors s'écrire

$$u=\frac{m_1\alpha_1+n_1}{p_1\alpha_1+q_1},\qquad v=\frac{p_2\alpha_2+q_2}{m_2\alpha_2+n_2},\qquad \frac{v}{u}=\frac{m_3\alpha_3+n_3}{p_3\alpha_3+q_3},$$

et l'équation représentée est

$$\text{(I)}\qquad \left\{\begin{aligned}&(m_1\alpha_1+n_1)(m_2\alpha_2+n_2)(m_3\alpha_3+n_3)\\ &\quad=(p_1\alpha_1+q_1)(p_2\alpha_2+q_2)(p_3\alpha_3+q_3).\end{aligned}\right.$$

» 2° *Les droites portant les trois systèmes sont convergentes.* — Dans ce cas, une transformation homographique permet de faire coïncider deux

de ces droites avec deux axes de coordonnés parallèles et la troisième avec la parallèle équidistante de ces axes.

» Les équations des trois systèmes de points cotés peuvent alors s'écrire

$$u = \frac{m_1\alpha_1 + n_1}{p_1\alpha_1 + q_1}, \qquad v = \frac{m_2\alpha_2 + n_2}{p_2\alpha_2 + q_2}, \qquad u + v + \frac{m_3\alpha_3 + n_3}{p_3\alpha_3 + q_3} = 0,$$

et l'équation représentée est de la forme

$$\text{(II)} \qquad \frac{m_1\alpha_1 + n_1}{p_1\alpha_1 + q_1} + \frac{m_2\alpha_2 + n_2}{p_2\alpha_2 + q_2} + \frac{m_3\alpha_3 + n_3}{p_3\alpha_3 + q_3} = 0.$$

» Chacune des équations (I) et (II) développée est de la forme

$$\text{(III)} \quad A\alpha_1\alpha_2\alpha_3 + B_1\alpha_2\alpha_3 + B_2\alpha_3\alpha_1 + B_3\alpha_1\alpha_2 + C_1\alpha_1 + C_2\alpha_2 + C_3\alpha_3 + D = 0.$$

» En tenant compte de l'homogénéité on voit que l'équation (III) renferme sept coefficients alors que l'ensemble des équations des trois systèmes de points cotés en contient neuf. On pourrait donc croire *a priori* que l'identification d'une équation donnée de la forme (III) à l'une des formes (I) ou (II) sera toujours possible.

» Mais, outre qu'il peut se faire que cette identification exige l'existence de certaine relation entre les coefficients de (III), il faut remarquer qu'au point de vue nomographique les solutions *réelles* sont seules valables.

» L'identification, *sous forme réelle,* d'une équation (III) à l'un des types (I) ou (II) est un problème d'Algèbre qui ne laisse pas d'être délicat. Il est traité très en détail dans un Mémoire qui paraîtra prochainement. Cette Note a pour but d'en faire connaître les principaux résultats.

» Nous poserons d'abord :

$$E_1 = AC_1 - B_2B_3, \qquad E_2 = AC_2 - B_3B_1, \qquad E_3 = AC_3 - B_1B_2,$$
$$F_0 = B_1C_1 + B_2C_2 + B_3C_3 - AD,$$
$$F_1 = F_0 - 2B_1C_1, \qquad F_2 = F_0 - 2B_2C_2, \qquad F_3 = F_0 - 2B_3C_3,$$
$$G_1 = B_1D - C_2C_3, \qquad G_2 = B_2D - C_3C_1, \qquad G_3 = B_3D - C_1C_2.$$

» On vérifie aisément que les trois quantités $F_i^2 - 4E_iG_i$ sont égales entre elles. Leur valeur commune Δ peut s'écrire

$$\Delta = F_0^2 - 4(B_1B_2C_1C_2 + B_2B_3C_2C_3 + B_3B_1C_3C_1 - AC_1C_2C_3 - B_1B_2B_3D).$$

» Voici, dès lors, comment peut se résumer la solution :

» 1° *La condition nécessaire et suffisante pour qu'une équation* (III) *puisse être mise sous la forme* (I) *est*

$$\Delta > 0.$$

» Dans ce cas les équations

$$\varphi_i(\rho) = \mathrm{E}_i\rho^2 + \mathrm{F}_i\rho + \mathrm{G}_i = 0 \qquad (i = 1, 2, 3)$$

ont leurs racines ρ'_i et ρ''_i réelles et inégales, et l'on peut opérer l'identification en prenant

$$\begin{array}{llll} m_1 = 1, & n_1 = \rho'_1, & p_1 = 1, & q_1 = \rho''_1, \\ m_2 = 1, & n_2 = \rho'_2, & p_2 = 1, & q_2 = \rho''_1, \\ m_3 = \dfrac{\mathrm{B}_3 - \mathrm{A}\rho''_3}{\rho'_3 - \rho''_3}, & n_3 = \rho'_3 m_3, & p_3 = \dfrac{\mathrm{B}_3 - \mathrm{A}\rho'_3}{\rho''_3 - \rho'_3}, & q_3 = \rho''_3 p_3. \end{array}$$

» La correspondance entre les racines des trois équations est d'ailleurs établie par les relations

$$\frac{d}{d\rho'_1}\varphi_1(\rho'_1) = \frac{d}{d\rho'_2}\varphi_2(\rho'_2) = \frac{d}{d\rho'_3}\varphi_3(\rho'_3),$$
$$\frac{d}{d\rho''_1}\varphi_1(\rho''_1) = \frac{d}{d\rho''_2}\varphi_2(\rho''_2) = \frac{d}{d\rho''_3}\varphi_3(\rho''_3).$$

» 2° *La condition nécessaire et suffisante pour qu'une équation* (III) *puisse être mise sous la forme* (II) *est*

$$\Delta = 0.$$

» Dans ce cas, les équations $\varphi_i(\rho) = 0$ ont chacune une racine double ρ_i, et l'on peut opérer l'identification en prenant

$$\begin{array}{llll} m_1 = 1, & n_1 = \mathrm{B}_1 - (\mathrm{A} - 1)\rho_1, & p_1 = 1, & q_1 = \rho_1; \\ m_2 = 1, & n_2 = \mathrm{B}_2 - (\mathrm{A} - 1)\rho_2, & p_2 = 1, & q_2 = \rho_2; \\ m_3 = \mathrm{A}, & n_3 = \mathrm{B}_3, & p_3 = 1, & q_3 = \rho_3. \end{array}$$

» Ces formules supposent *les quantités* E_i *différentes de zéro*. Si une ou plusieurs d'entre elles s'annulent [auxquels cas, les équations $\varphi_i(\rho) = 0$ correspondantes ont une racine infinie], les formules précédentes doivent être modifiées. Les solutions convenant à ces différents cas sont données dans le Mémoire annoncé plus haut. »

OPTIQUE. — *Construction des lames étalons pour la mesure optique de petites épaisseurs d'air.* Note de MM. **A. Pérot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. A. Potier.

« Dans une Communication précédente, nous avons décrit une méthode rapide pour la mesure en longueurs d'onde de la petite épaisseur d'air

comprise entre deux surfaces de verre argenté. Cette méthode repose sur l'emploi de lames étalons dont l'épaisseur, variable d'un point à un autre, a été préalablement déterminée. Nous nous proposons, dans cette Note, de donner quelques détails sur la manière dont ces lames sont construites et étalonnées.

» Deux lames de verre, à faces sensiblement planes, ayant 20^{cm} de longueur sur 3^{cm} de large et 1^{cm} d'épaisseur, sont légèrement argentées sur une de leurs faces. Pour arriver à ce résultat, nous employons le procédé Martin en additionnant le liquide d'une quantité d'eau convenable ; on peut ainsi obtenir des dépôts d'argent de telle épaisseur que l'on veut, depuis un simple voile jusqu'à des couches complètement opaques. Celles que nous employons doivent être assez minces pour laisser passer une quantité appréciable de lumière, et cependant assez épaisses pour posséder un pouvoir réflecteur élevé (0,75 environ).

» Une des argentures reçoit, dans le sens de sa longueur, une division en millimètres recoupée par une ligne médiane. Les deux lames de verre sont alors juxtaposées, les surfaces argentées en regard, en les séparant vers leurs extrémités par deux cales minces, d'épaisseurs légèrement différentes. On les réunit par du mastic de Golaz qui, pénétrant légèrement dans l'intervalle qui sépare les deux lames de verre, les fixe d'une manière à peu près invariable. Une lame ainsi construite doit donner, en lumière monochromatique, environ 100 franges à peu près perpendiculaires à sa longueur. L'épaisseur peut subir à la longue des variations de quelques microns ; mais on peut la regarder comme invariable pendant la durée d'une expérience, pourvu que l'appareil ne soit pas soumis à des variations irrégulières de température.

» Si sur une pareille lame A on projette l'image d'une lame analogue A', de manière à réaliser la coïncidence des lignes médianes, et que l'on fasse traverser le système normalement par un faisceau de lumière blanche, on obtient dans certaines conditions un système de franges à frange centrale blanche. Ces conditions sont réalisées quand il existe un rapport simple entre les épaisseurs des deux lames aux points optiquement superposés. Soient e l'épaisseur en un point de la lame A, e' l'épaisseur de la lame A' au point correspondant; supposons que $\frac{e}{e'} = \frac{m}{n}$, m et n étant deux entiers. Il y aura interférence des rayons qui ont traversé directement la lame A' et se sont réfléchis $2n$ fois dans la lame A avec ceux qui se sont réfléchis $2m$ fois dans la lame A' et ont traversé directement A. La

frange centrale blanche de ce système est définie par la condition $ne - me' = 0$. Les franges que nous avons décrites dans notre Note précédente correspondent au cas où $\frac{e}{e'} = 1$; elles sont analogues à celles de Brewster. On peut voir facilement celles qui correspondent à $\frac{e}{e'} = 2, 3, \frac{3}{2}, \ldots$. L'étude de l'écartement des franges obtenues permet de déterminer celui des systèmes auquel on a affaire. Le cas de l'égalité d'épaisseur est caractérisé par la beauté des franges. L'étude de ces franges permet de trouver sur une lame étalon les points qui ont une épaisseur égale à l'épaisseur en un point d'une lame donnée ou à une épaisseur double, moitié, etc.

» Une lame étalon construite, reste à la graduer, c'est-à-dire à déterminer l'épaisseur en chaque point de la ligne médiane : nous observons d'abord la lame à la lumière jaune du sodium et nous notons la position de toutes les franges; en réalité chacune de ces franges est double, et nous observons le milieu de l'intervalle noir qui sépare les franges des deux radiations D_1 et D_2. Il ne reste plus qu'à déterminer le numéro d'ordre de l'une des franges. L'observation des franges avec une seconde lumière monochromatique facilite cette recherche : dans un même brûleur nous introduisons un sel de sodium et un sel de lithium; on a alors deux systèmes de franges, les franges rouges étant plus écartées que les jaunes. Toutes les huit franges environ il y a coïncidence exacte ou approchée entre les franges des deux espèces; on note la position de ces coïncidences. Cette observation restreint l'indétermination du problème, puisque pour le numéro d'ordre d'une frange donnée on a à choisir non plus entre tous les nombres entiers mais seulement entre un certain nombre de chiffres environ huit fois moins élevé. Une détermination approchée du numéro d'ordre d'une frange suffira pour résoudre le problème. On pourrait même obtenir directement le numéro d'ordre par l'observation des coïncidences exactes qui ne se produisent que onze fois dans l'intervalle des 400 premières franges du sodium.

» Pour déterminer, sans possibilité d'erreur, le numéro d'ordre, nous projetons sur la lame à étalonner A l'image d'une lame analogue A′ avec coïncidence des lignes médianes. En faisant glisser la lame A, on fait apparaître le système de franges correspondant à $\frac{e}{e'} = 1$, et l'on amène la frange initiale à passer par un repère choisi sur la ligne médiane de A′; on note la position de cette frange sur la lame A, soit p la position correspondante. On fait ensuite apparaître le système de franges correspondant à $\frac{e}{e'} = \frac{1}{2}$,

et l'on amène la frange blanche à passer par le même point de A'; soit p_1 la lecture correspondante sur la lame A. L'épaisseur au point p est double de l'épaisseur au point p_1; par suite, le numéro d'ordre de la frange jaune en p_1 est égal au nombre de franges comprises entre p et p_1, nombre qui est connu. Cette observation n'a pas besoin d'être faite avec une rigoureuse exactitude, grâce à l'observation préalable des franges en lumière jaune et rouge.

» Voici, comme exemple, un résumé des opérations faites pour l'étalonnage d'une de nos lames.

» Les franges en lumière jaune avaient pour position :

10,0	10,9		11,7	12,5	13,1	14*,0	15,0
		185,6		188,0	190,6	193*,6	197,2
201,2							

» Les coïncidences avec les raies du lithium sont indiquées par un astérisque. En projetant une autre lame sur celle-ci, on trouve, pour la position de la frange blanche correspondante à l'égalité d'épaisseur, 11,1; pour l'épaisseur moitié, 188,6. Entre ces deux divisions le nombre des franges est 109,05. La frange correspondante à la division 138,0 est alors vraisemblablement la 109e; celle qui passe par la division 193,6 serait la 107e, et les tables de coïncidence en indiquent précisément une pour la frange 107.

» Si la lame vient à subir de petites variations, il ne sera pas nécessaire de refaire le travail précédent; l'observation des franges à la lumière du sodium et du lithium suffira pour retrouver le numéro d'ordre.

» Signalons enfin les magnifiques anneaux de diffusion que l'on obtient en regardant un point lumineux, tel que l'arc électrique, à travers une de nos lames placée contre l'œil. La mesure des diamètres de ces anneaux pourrait conduire à une évaluation approchée de l'épaisseur de la lame mince. »

PHYSIQUE. — *Sur la propriété de décharger les conducteurs électrisés, communiquée aux gaz par les rayons X, par les flammes et par les étincelles électriques.* Note de M. **Émile Villari**, présentée par M. Mascart.

« Une Communication récemment adressée à l'Académie par M. Ed. Branly (*Comptes rendus,* séance du 28 octobre dernier) contient cette phrase : « Dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* du 4 avril 1892, » j'ai fait connaître quelques-uns des résultats énoncés par M. Villari dans

» sa Communication du 19 octobre 1896 », et il transcrit un passage de sa Note, dans lequel les faits qu'il dit avoir observés avant moi sont marqués en caractères italiques. Je déclare, avant tout, que j'ignorais complètement l'ancienne Note de M. Branly. Quant à la réclamation de priorité, voici ce qu'il me paraît juste de faire observer :

» Dans sa Note de 1892, M. Branly dit que :

» Les gaz de la flamme, aspirés, *refroidis* et lancés sur les disques électrisés, déterminent une vive déperdition.

» Dans ma Note, à laquelle se rapporte M. Branly, je dis :

» On sait que les produits de combustion des flammes déchargent rapidement les conducteurs. Dans une Note récente j'ai démontré que cette propriété diminue un peu quand ces produits sont refroidis par un réfrigérant, etc.

» Évidemment cet effet du refroidissement, découvert par moi sur les produits de la combustion, n'est point indiqué par M. Branly. Il ajoute que les gaz chauds qui s'élèvent des étincelles d'une petite machine électrique ou d'un inducteur déterminent une déperdition de décharges positives, de même que de décharges négatives. Mes recherches, faites à cet égard, sont différentes par la manière d'expérimenter, par les résultats obtenus, beaucoup plus généraux, et par le but auquel elles tendaient : je reconnais néanmoins que le fait premier, de l'action des étincelles de communiquer à l'air la propriété de décharger, a été observé par M. Branly avant moi. Je l'ai noté, non seulement dans l'air, mais aussi dans l'hydrogène, dans l'oxygène, dans le gaz d'éclairage, et dans l'anhydride carbonique [1].

» Enfin, M. Branly termine sa Note par ces mots :

» On voit que les étincelles électriques ne jouent pas le rôle spécial que M. Villari paraît disposé à leur attribuer.

» Je fais observer que, dans ma Note citée par M. Branly, je n'ai attribué aucun *rôle spécial* aux étincelles. J'ai seulement dit :

» Les étincelles, lorsqu'elles traversent les gaz que j'ai employés, les rendent aptes à déperdre l'électricité » et « *cette propriété ne peut être attribuée au réchauffement*

---

[1] Mon ami, le professeur Naccari, de Turin, peut-être averti de la Communication de M. Branly, m'a envoyé une Note [*Action des étincelles électriques sur les conducteurs électrisés* (*Atti d. R. Acc. di S. de Turin*, 16 décembre 1888)], dans laquelle il démontre l'efficacité des étincelles induites dans la dispersion électrique. C'est donc à lui que revient la première observation du phénomène.

produit par les étincelles dans les gaz : d'une part, elles ne l'échauffent que peu; d'autre part, la colonne gazeuse chauffée fortement au moyen d'une flamme, mais non activée par les étincelles, ne décharge pas l'électroscope. »

» Peut-être le premier paragraphe que je viens de citer et qui est imprimé en italiques, n'est-il pas très clair, parce qu'il est écrit dans une langue qui n'est point la mienne, et peut-être a-t-il pu induire M. Branly en erreur; mais le reste du paragraphe me semble, si je ne me trompe, assez clair, lorsqu'il dit que l'activité de décharger, communiquée aux gaz par les étincelles, ne peut être attribuée à la chaleur produite dans le gaz par les étincelles elles-mêmes.

» Par ces mots, je n'ai certes pas voulu attribuer le phénomène à une propriété spécifique des étincelles, plutôt qu'à l'effet d'une température élevée. Toutefois, en faisant les plus amples réserves, je serais disposé à supposer, ainsi que j'en ai déjà fait mention dans ma seconde Note insérée dans le même n° 16 des *Comptes rendus,* que les gaz acquièrent la propriété de décharger les conducteurs par une dissociation spéciale de leurs molécules, dissociation que les rayons X produiraient peut-être, par une propriété qui leur serait spécifique, les flammes et les corps incandescents par leur température élevée. Les étincelles agiraient, non pas parce qu'elles réchauffent les gaz, mais peut-être par l'effet du réchauffement des électrodes, plus probablement que par la température propre aux étincelles mêmes; mais cette interprétation a besoin d'être confirmée par l'expérience. »

CHIMIE. — *Sur l'azoture de lithium.* Note de M. **Guntz.**

« L'azote se combine, comme l'on sait, très facilement avec le lithium, et la réaction a lieu avec incandescence lorsqu'on chauffe le métal dans un courant de ce gaz.

» Il m'a paru intéressant de mesurer la chaleur dégagée dans cette réaction et de vérifier la composition de l'azoture de lithium, en opérant sur des produits aussi purs que possible.

» J'ai donc chauffé, dans un courant d'azote, du lithium placé dans une nacelle en fer. Si le courant d'azote est rapide, on constate que l'absorption a lieu avec incandescence, et l'on trouve, en pesant la nacelle, le poids de l'azoture formé : j'ai trouvé ainsi, dans cinq expériences, des poids d'azoture égaux à 98,92; 98,97; 99,57; 99,94; 99,99 pour 100 de

la quantité théorique correspondant à la formule Li^3Az, d'après le poids du lithium employé.

» Mais, malgré cette coïncidence, le produit ainsi obtenu n'est pas Li^3Az pur, par suite de l'attaque de la nacelle; j'ai trouvé de 2 à 8 pour 100 de fer dans les différents échantillons d'azoture analysés, et cette teneur en fer est d'autant plus considérable que la formation d'azoture a lieu à plus haute température.

» J'ai essayé de remplacer les nacelles de fer par des nacelles en nickel, mais ce métal est attaqué beaucoup plus énergiquement que le fer dans cette réaction.

» L'argent et le platine ne peuvent convenir, car ils se dissolvent dans le lithium fondu, au moment de la réaction; le cristal de roche est également fortement attaqué dans ces conditions.

» J'ai enfin employé des nacelles en charbon, en choisissant la variété la moins altérable, le charbon électrographitique, c'est-à-dire du charbon cuit dans l'arc électrique et transformé partiellement en graphite; mais malheureusement, dans ces conditions, le carbone est aussi attaqué; je compte d'ailleurs revenir bientôt sur cette question.

» On peut se demander à quel état se trouve le fer dissous dans l'azoture de lithium. Je pense qu'il doit être à l'état d'azoture ferrique; car, lorsqu'on traite par l'eau de l'azoture de lithium contenant du fer, ce fer semble se dissoudre d'abord, puis la solution se décompose en donnant un abondant précipité rouille de sesquioxyde de fer.

» Ce qui vient confirmer cette hypothèse, c'est que, si l'on remplace la nacelle de fer par une nacelle en nickel, on trouve, après l'action de l'eau, un abondant précipité noir de sesquioxyde de nickel.

» Pour obtenir de l'azoture de lithium aussi pur que possible, j'ai chauffé doucement, dans un courant très lent d'azote, du lithium placé dans une nacelle en fer; dans ces conditions, l'attaque de la nacelle est réduite au minimum, mais il reste toujours des traces de lithium non combiné à l'azote.

» J'ai mesuré la chaleur de dissolution dans l'eau de l'azoture de lithium ainsi préparé. Les nombres trouvés sont en apparence très peu concordants, si l'on calcule la chaleur dégagée dans la réaction en admettant la pureté du composé : ils varient de $+119^{Cal},5$ à $+127^{Cal},6$; mais ils deviennent concordants si l'on tient compte de la composition de l'azoture employé.

» En analysant chaque fois la solution calorimétrique, j'ai trouvé qu'elle

renfermait, outre le fer, une quantité d'azote légèrement inférieure à celle nécessaire pour saturer le lithium.

» Si l'on admet, comme azoture de lithium réel, le poids calculé d'après la teneur trouvée en lithium, et que l'on corrige d'après cela le résultat expérimental en supposant négligeable la chaleur dégagée par la partie étrangère, fer et lithine, on trouve les nombres suivants :

Rapport du lithium Li^3 à l'azote Az........	3,13	3,20	3,22	3,02	3,18
Chaleur dégagée dans la réaction. Résultat expérimental.........	$119^{Cal},5$	$122^{Cal},4$	$125^{Cal},0$	$125^{Cal},9$	$127^{Cal},9$
Teneur en Li^3Az calculé	91,12	93,25	94,31	95,97	97,27
Chaleur dégagée par l'azoture pur (calculée).	131,1	131,2	132,5	131,1	131,1

» Nous admettrons donc comme chaleur dégagée vers $+18^\circ$

$$Li^3Az \text{ sol.} + nH^2O \text{ liq.} = 3LiOH \text{ diss.} + AzH^3 \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +131^{Cal},1$$

On en déduit

$$3Li \text{ sol.} + Az \text{ gaz} = Li^3Az \text{ sol} \ldots\ldots \quad +49^{Cal},5$$

et pour un atome de lithium

$$Li + \frac{Az}{3} = LiAz^{\frac{1}{3}} \ldots\ldots \quad +16^{Cal},5$$

» Cette chaleur de formation est considérable, mais elle est moins forte cependant que la valeur correspondant à la combinaison du lithium avec l'hydrogène, car on a

$$Li \text{ sol.} + H \text{ gaz} = LiH \text{ sol} \ldots\ldots \quad +21^{Cal},6$$

» On peut en conclure que l'hydrogène doit décomposer l'azoture de lithium, et c'est ce que l'on constate assez facilement en chauffant Li^3Az dans un courant d'hydrogène, car on obtient de l'hydrure de lithium faisant effervescence avec l'eau en dégageant de l'hydrogène.

» On peut cependant obtenir la réaction inverse et décomposer LiH dans un courant d'azote ([1]), mais cette réaction tient à la dissociation à haute température de l'hydrure de lithium chauffé dans un courant d'azote qui se combine au métal devenu libre ([2]). »

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 246.

([2]) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la chaleur de formation de l'acide sélénique et de quelques séléniates.* Note de M. **René Metzner**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note précédente (¹), j'ai indiqué un procédé qui permet d'obtenir rapidement une grande quantité d'acide sélénique pur, et en particulier les hydrates à 1 et 2 molécules d'eau dans un grand état de pureté. J'ai donc pu faire, tant sur l'acide étendu qu'avec les hydrates, un certain nombre de déterminations calorimétriques qui font l'objet de la présente Communication.

» I. Chaleur de saturation de l'acide sélénique. — *Soude.* — Thomsen a mesuré la chaleur de saturation de l'acide étendu par la soude et aussi l'influence d'une seconde molécule d'acide ajoutée au séléniate neutre. Il a trouvé ainsi

$$SeO^3 \text{ diss.} + Na^2O \text{ diss.} = Na^2SeO^4 \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots \quad +30^{Cal},39$$

et

$$SeO^4Na^2 \text{ diss.} + SeO^3 \text{ diss.} = \text{biséléniate diss.} \ldots\ldots \quad -0^{Cal},86$$

Les mêmes réactions m'ont donné des nombres un peu différents, qui ont respectivement 31,19 et −0,70.

» Ces déterminations, comme les suivantes du reste, ont été faites avec la concentration habituelle (1 molécule = 4^{lit}) et vers 15°.

» *Potasse.* — J'ai trouvé de même par saturation directe

$$SeO^3 \text{ diss.} + K^2O \text{ diss.} = K^2SeO^4 \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +31^{Cal},31$$

et

$$K^2SeO^4 \text{ diss.} + SeO^3 \text{ diss.} = \text{biséléniate diss.} \ldots\ldots \quad -1^{Cal},24$$

» Le premier nombre est presque identique à celui qui correspond à l'acide sulfurique; quant au second, il est beaucoup plus faible (−2,10) : c'est ce qui s'était déjà produit avec la soude.

» *Baryte.* — Les chaleurs de neutralisation suivante ont été obtenues par double décomposition. Pour la baryte, la réaction utilisée a été la suivante :

$$BaCl^2 \text{ diss.} + SeO^3 \text{ diss.} = BaSeO^4 \text{ préc.} + 2\,HCl \text{ diss.} \quad +6^{Cal},12,$$

d'où l'on déduit

$$SeO^3 \text{ diss.} + BaO \text{ diss.} = BaSeO^4 \text{ préc.} \quad +36^{Cal},92.$$

» *Oxyde de plomb.* — Dans les mêmes conditions, j'ai trouvé

$$PbO, Az^2O^5 \text{ diss.} + SeO^3, Na^2O \text{ diss.} = PbSeO^4 \text{ préc.} + Na^2O\,Az^2O^5 \text{ diss.} \quad +0^{Cal},62,$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 236.

d'où l'on tire

$$SeO^3 \text{ diss.} + PbO = PbSeO^4 \text{ préc.} \quad +19^{Cal},81.$$

» *Oxyde d'argent.* — On a ici

$$Ag^2OAz^2O^5 \text{ diss.} + SeO^3, K^2O \text{ diss.} = Az^2O^5K^2O \text{ diss.} + Ag^2O, SeO^3 \text{ préc.} \quad +2^{Cal},12,$$

d'où

$$SeO^3 \text{ diss.} + Ag^2O \text{ préc.} = Ag^2SeO^4 \quad +18^{Cal},35.$$

» Dans le calcul de ce dernier nombre, la solubilité du séléniate pourrait introduire une cause d'erreur. J'ai constaté que les 600^{cc} de liqueur sur lesquels j'opérais retiennent dissous $0^{gr},72$ de séléniate d'argent, soit $\frac{1}{20}$ de la quantité formée. La solubilité du séléniate étant par suite beaucoup plus faible que celle du sulfate, il est presque certain que la chaleur de dissolution du premier est plus faible que celle du second, et l'on aura une limite maxima de l'erreur commise, en admettant qu'elle est la même ($-4^{Cal},4$). En rapportant celle-ci à $0^{gr},72$ de matière, en trouve $0^{Cal},08$; le résultat précédent serait donc exact à $0^{Cal},1$ près.

» II. Chaleur de formation des hydrates. — J'ai préparé le bihydrate par concentration à l'air libre, en prenant la précaution de ne pas atteindre la température de 210° à partir de laquelle la décomposition de l'acide sélénique commence à se produire. La masse confuse d'aiguilles obtenue par un refroidissement considérable (—70°) a servi à ensemencer du bihydrate liquide, maintenu vers 15°. Il se produit, dans ces conditions, de très beaux cristaux qu'il est facile de séparer du liquide restant et de sécher rapidement à l'abri de l'humidité, sur la porcelaine dégourdie. On fond ces cristaux et on les fait cristalliser une troisième fois par le même procédé : on obtient ainsi le bihydrate pur. Sa composition a été déterminée de deux manières : 1° en précipitant et pesant le sélénium; 2° en prenant le titre acidimétrique de la liqueur. Je m'étais d'ailleurs préalablement assuré qu'il ne renfermait ni acide sélénieux, ni manganèse; cette dernière constatation avait de l'intérêt, en raison de l'origine de mon acide sélénique.

» En observant toutes ces précautions, on obtient un produit correspondant très exactement à la formule $SeO^4, 2H^2O$, qui fond ou se solidifie à $+23°$, en conservant cette température pendant toute la durée du phénomène avec une fixité remarquable, ce qui cesse d'avoir lieu si l'on a une très petite quantité d'eau en plus ou en moins, comme cela se produit pour l'acide sulfurique.

» Le monohydrate a été préparé dans le vide, en observant la même précaution de ne pas dépasser 210°; il a été séparé de l'eau mère et soumis à des cristallisations répétées, de manière à obtenir un produit qui fonde très régulièrement à $+57°$.

» Les mesures calorimétriques, faites avec 300^{cc} d'eau à $+15°$ et un poids d'hydrate variant de 3^{gr} à 5^{gr}, ont donné les résultats ci-après :

	Cal
{ SeO^4H^2 sol. + eau = SeO^3 diss.	+ 13,35
{ SeO^4H^2 liq. + eau = SeO^3 diss.	+ 16,80
{ $SeO^3, 2H^2O$ sol. + eau = SeO^3 diss.	+ 7,45
{ $SeO^3, 2H^2O$ liq. + eau = SeO^3 diss.	+ 12,02

» On en déduit :

» 1° Les chaleurs de fusion des deux hydrates

$$SeO^3,\ H^2O\ sol. = SeO^3,\ H^2O\ liq. \dots\dots\dots\dots \quad - \quad 3^{Cal},45$$
$$SeO^3, 2H^2O\ sol. = SeO^3, 2H^2O\ liq. \dots\dots\dots\dots \quad - \quad 4^{Cal},75$$

» 2° La chaleur de formation du bihydrate à partir du monohydrate et de l'eau

$$SeO^3, H^2O\ sol. + H^2O\ sol = SeO^3, 2H^2O\ sol. \dots \quad + \quad 4^{Cal},55$$

» 3° La chaleur de formation du monohydrate, soit à partir des éléments, soit à partir de l'acide sélénieux, de l'oxygène et de l'eau.

» On sait, en effet, qu'on a d'après les déterminations de Thomsen :

$$Se + O^3 + eau = SeO^3\ diss. \dots\dots\dots\dots \quad + \quad 76^{Cal},66$$
$$Se + O^2 \quad = SeO^2\ sol. \dots\dots\dots\dots \quad + \quad 56^{Cal},16$$

on en conclut

$$\begin{cases} SeO^2\ sol. + O + H^2O = SeO^4H^2\ diss. \dots\dots & + \quad 19^{Cal},86 \\ SeO^2\ sol. + O + H^2O = SeO^4H^2\ liq. \dots\dots & + \quad 3,06 \end{cases}$$
$$\begin{cases} Se + O^3 + H^2O = SeO^4H^2\ diss. \dots\dots & + \quad 76,66 \\ Se + O^3 + H^2O = SeO^4H^2\ liq. \dots\dots & + \quad 59,86 \end{cases}$$

et, enfin

$$\begin{cases} Se + O^4 + H^2 = SeO^4H^2\ diss. \dots\dots & + 145^{Cal},66 \\ Se + O^4 + H^2 = SeO^4H^2\ liq. \dots\dots & + 128^{Cal},86 \end{cases}$$

» Si l'on compare ces différents nombres à ceux qui leur correspondent pour l'acide sulfurique, on voit qu'ils sont tous plus faibles, sauf les chaleurs d'hydratation sur lesquelles je reviendrai ; aussi, tandis que l'acide sulfureux fixe directement l'oxygène, l'oxydation de l'acide sélénieux dissous n'est jamais directe. D'ailleurs, la comparaison tant des séléniates et biséléniates avec les sulfates et bisulfates que des hydrates entre eux entraîne à des développements qui trouveront leur place dans un Mémoire plus étendu; je n'en veux retenir ici que ce qui a trait à la chaleur de formation de l'anhydride sélénique : ce sera l'objet d'une prochaine Communication [1]. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Dosage du phosphore dans les cendres de houille et de coke*. Note de M. **Louis Campredon**, présentée par M. Henri Moissan.

« La teneur de phosphore dans les cendres de la houille, ou du coke qu'elle fournit par la carbonisation, est particulièrement importante quand

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Alfred Ditte, à la Sorbonne.

le combustible est passé au haut-fourneau en vue de fabriquer des fontes fines, pour lesquelles la teneur de phosphore doit être aussi faible que possible. En effet, tout le phosphore introduit dans le lit de fusion, avec les cendres du combustible réducteur, passe dans le métal.

» Méthodes suivies. — Tous les auteurs s'accordent à conseiller le dosage du phosphore sur la cendre que donne le combustible en brûlant et non sur le combustible lui-même, L'opinion des divers auteurs relativement au mode d'attaque de la cendre, en vue de dissoudre le phosphore qu'elle contient, diffère notablement.

» L'attaque par l'acide chlorhydrique est préconisée par Frésénius, par Post et par Muck. Ce dernier ajoute : « On n'a pas à craindre que, dans » ce traitement primitif de la cendre par l'acide chlorhydrique, du phos- » phate de fer reste non dissous. Dans les expériences effectuées sur ce » point, le contraire a toujours eu lieu, même lorsqu'il restait un résidu » paraissant très riche en fer. »

» D'un autre côté, Blair, le baron Jüptner de Jonstorff ainsi que Arnold recommandent la fusion des cendres avec les carbonates alcalins, comme le meilleur, sinon le seul moyen, pour attaquer les cendres des combustibles dont on veut doser le phosphore.

» Essais comparatifs. — J'ai effectué de nombreux essais comparatifs sur des cendres de houille de provenance anglaise; on a opéré comme suit :

» 1° *Attaque par l'acide chlorhydrique.* — Traiter $0^{gr},600$ ou $1^{gr},200$ de cendres très finement pulvérisées dans une fiole en forme de poire, couverte avec un verre de montre, par un excès d'acide chlorhydrique fort (environ 30 à 40^{cc}). On chauffe au bain-marie ou au bain de sable, vers 80 à 100° C., *pendant quinze à vingt heures.* On évapore à sec pour insolubiliser la silice, on reprend par quelques centimètres cubes d'eau régale, composée de volumes égaux d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique; on chauffe et l'on ajoute encore 5^{cc} d'acide azotique pour chasser l'acide chlorhydrique. Enfin, on étend avec de l'eau froide et l'on fait tomber le tout dans un ballon jaugé de 60 à 120^{cc}. On parfait le volume, on filtre sur un papier sec et l'on prend 50 ou 100^{cc} de liqueur (correspondant à $0^{gr},500$ ou 1^{gr} de matière) que l'on neutralise par l'ammoniaque; puis on acidifie légèrement par l'acide nitrique; on chauffe à 60° C. dans une petite fiole poire et l'on effectue la précipitation par addition de 20 à 30^{cc} de liqueur molybdique.

» Laisser déposer deux ou trois heures, vers 30° à 40° C.; filtrer le précipité de phosphomolybdate que l'on recueille sur un double filtre taré; laver à l'eau acidulée par l'acide nitrique (40^{cc} d'acide par litre); dessécher le filtre à 105° C. et peser.

» Le poids de phosphomolybdate multiplié par 0,0163 donne le poids de phosphore.

» 2° *Fusion avec les carbonates alcalins.* — Fondre $0^{gr},600$ de houille avec 3^{gr} d'un mélange à poids égaux de carbonate de soude et de carbonate de potasse; maintenir

en fusion pendant dix à quinze minutes dans un creuset de platine. Après refroidissement, reprendre la masse solide par l'eau acidulée avec l'acide chlorhydrique; on fait tomber la liqueur de reprise dans une capsule de porcelaine, puis on ajoute un excès d'acide chlorhydrique et l'on évapore à sec pour insolubiliser la silice. On reprend et l'on continue comme dans le premier mode d'attaque.

» *Première série d'essais.* — On a opéré sur $0^{gr},500$ ou 1^{gr} de cendres de houille qui ont été attaquées par l'acide chlorhydrique, comme il a été dit ci-dessus et l'on a dosé le phosphore dans la solution filtrée; puis on a dosé aussi le phosphore, dans le résidu de l'attaque, fondu avec les carbonates alcalins.

Cendres de houille.	Phosphore pour 100. Dans la liqueur d'attaque.	Dans le résidu.	Total.	Phosphore non dissous (pour 100 de la teneur totale).
N° 1	0,033	0,007	0,040	17,5
2	0,101	0,013	0,114	11,4
3	0,294	0,014	0,310	4,5
4	0,548	0,092	0,640	14,3
5	0,994	0,078	1,072	7,2

» Donc la proportion de phosphore resté dans le résidu de l'attaque par l'acide chlorhydrique varie de 4,5 à 17,5 pour 100 de la teneur totale; soit, pour la moyenne des cinq essais, 10,98 pour 100.

» Les cendres soumises à l'analyse avaient été obtenues à une température aussi basse que possible.

» *Deuxième série d'essais.* — Les mêmes cendres (1 à 5) ont été maintenues au rouge très vif pendant une heure, puis on a effectué l'attaque par l'acide chlorhydrique dans les mêmes conditions que pour la deuxième série d'essais.

Cendres de houilles surchauffées.	Phosphore pour 100. Dans la liqueur d'attaque.	Dans le résidu.	Total.	Phosphore non dissous (pour 100 de la teneur totale).
N° 1 *bis*......	0,029	0,013	0,042	30,9
2 »	0,083	0,026	0,109	23,8
3 »	0,254	0,046	0,300	15,3
4 »	0,462	0,186	0,648	28,7
5 »	0,920	0,183	1,103	16,5

» Donc la proportion de phosphore resté dans le résidu de l'attaque par l'acide chlorhydrique varie de 15,3 à 30,9; soit, pour la moyenne des cinq essais, 23,04 pour 100. De telle sorte que le simple surchauffage de la cendre, pendant une heure, a eu pour effet de doubler la proportion de phosphore non dissous par l'acide.

» *Troisième série d'essais.* — Sur cinq échantillons de cendres de coke, de prove-

nance anglaise, on a opéré la dissolution et le dosage exactement comme pour les deux séries précédentes : on a obtenu

Cendres de coke.	Phosphore pour 100. Dans la liqueur d'attaque.	Dans le résidu.	Total.	Phosphore non dissous (pour 100 de la teneur totale).
N° 6........	0,148	0,023	0,171	13,4
7........	0,207	0,028	0,235	11,9
8........	0,179	0,044	0,223	19,7
9........	0,209	0,019	0,223	8,4
10.......	1,130	0,044	0,174	25,3

» Donc la proportion de phosphore resté dans le résidu de l'attaque varie de 8,4 à 25,3 pour 100; soit, pour la moyenne des cinq essais, 15,74 pour 100.

» *Conclusions.* — Dans les conditions de nos expériences, l'attaque des cendres de houille, très finement pulvérisées, par l'acide chlorhydrique concentré et chaud, prolongée pendant quinze à vingt heures, est insuffisante pour dissoudre la totalité des phosphates. L'insuffisance de l'attaque est d'autant plus grande que les cendres ont été chauffées davantage. Pour obtenir des résultats précis, il faut donc opérer par fusion avec des carbonates alcalins et précipiter le phosphore par la liqueur molybdique, suivant les indications de la présente Note. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Analyse du cuivre industriel par voie électrolytique.* Note de M. **A. Hollard**, présentée par M. Arm. Gautier.

« En raison du grand nombre d'analyses que j'ai faites, comme Chef du Laboratoire central de la Compagnie française des Métaux, sur des cuivres industriels de toute provenance, je suis arrivé à établir une méthode d'analyses sûre et complète, permettant de doser avec exactitude, grâce aux procédés électrolytiques, la teneur en cuivre ainsi que les quantités les plus minimes des impuretés qui accompagnent ce métal, *cuivre, arsenic, antimoine, nickel, cobalt, fer, argent, plomb, soufre* [1].

(1) On retrouvera dans cette première Note des données empruntées à MM. Riche, Hampe, Classen (voir *Analyse quantitative* de Frésénius, 6e édition, p. 1019-1022; *Méthode de Mansfeld.* — *Analyse électrolytique quantitative* de Classen, 2e édition, p. 175-178). Mais le but de cette première Note est de fixer les conditions pratiques du dosage électrolytique exact du cuivre industriel, bien plus que d'exposer une méthode nouvelle.

» *Appareils d'électrolyse.* — Nos électrodes se composent d'un tronc de cône en platine et d'une spirale du même métal fixée sur un pied (*Lukow*); elles pèsent chacune 20^{gr} environ. Le tronc de cône est formé d'une feuille de platine pur à bords réunis par une soudure autogène (*diamètre supérieur* 18^{mm}, *diamètre inférieur* 45^{mm}, *génératrice* 63^{mm}). Une tige en platine dur est soudée à l'or sur le tronc de cône. Les vases contenant les électrolytes sont des verres de Bohême cylindriques ordinaires de $6^{cm},5$ environ de diamètre inférieur.

» Pratique de l'analyse. — *Dosage du cuivre* (*électrolyse en solution acide*). — On pèse 10^{gr} de cuivre en copeaux brillants, débarrassés par l'aimant des parcelles de fer provenant de l'outil. Ces copeaux sont introduits dans un verre de Bohême de 350^{cc} à 400^{cc}. On verse dans celui-ci 15^{cc} d'acide sulfurique, puis 40^{cc} d'acide nitrique à 36°B. après avoir tout d'abord immergé les morceaux de cuivre dans une quantité d'eau suffisante pour que l'attaque soit très modérée (1). Le vase est alors recouvert d'un entonnoir dont les bords reposent à l'intérieur de ceux du verre et forment ainsi une petite gouttière dans laquelle quelques gouttes d'eau font joint hydraulique parfait. On ne chauffe que très doucement et vers la fin de l'attaque seulement. La dissolution est complète pour un cuivre affiné ; les cuivres non affinés laissent du soufre.

» Quelques cuivres bruts, riches en antimoine, peuvent laisser un résidu formé de composés oxygénés d'antimoine. S'il est peu considérable, il ne nuit pas au dépôt électrolytique du cuivre et on le laisse dans la liqueur; s'il est abondant, on le sépare par le filtre, on le dissout dans de l'eau régale, riche en acide nitrique ; la solution est évaporée à sec ; le produit qui reste est repris par de l'acide chlorhydrique additionné d'acide tartrique et d'eau, et cette nouvelle solution est ajoutée à la liqueur obtenue ultérieurement et de laquelle on précipitera l'antimoine par l'hydrogène sulfuré.

» Quant à la dissolution du cuivre, elle est étendue à 350^{cc} environ. On y plonge les électrodes de platine communiquant, la spirale avec le pôle + et le cône avec le pôle — d'une batterie. La distance qui sépare le bord inférieur du cône du pied de la spirale doit être de 6^{mm} environ (2).

» Le cône doit plonger complètement dans la dissolution et son sommet se trouver à 1^{cm} ou 2^{cm} au-dessous du niveau du liquide. Le vase doit être couvert.

» On soumet la dissolution à l'action d'un courant d'une intensité de $0^{amp},30$.

---

(1) Si l'on désire peser, au début de l'analyse, des quantités de cuivre différentes de 10^{gr}, on se basera sur le Tableau suivant :

Pour	1^{gr}	de cuivre..	1^{cc}	acide sulfurique concentré et	30^{cc}	acide nitrique à 36° B.
»	3	»	6	»	33	»
»	5	»	10	»	35	»
»	20	»	20	»	60	»

(2) Si la quantité de cuivre pesée au début est inférieure à 10^{gr}, cette distance est légerement diminuée. On l'augmente, au contraire, si la quantité de cuivre est supérieure à 10^{gr}, sans dépasser toutefois 10^{mm}.

» Lorsque la solution est décolorée, on s'assure qu'elle ne contient plus de cuivre en prélevant avec une pipette quelques centimètres cubes, les introduisant dans un petit tube à essai et les saturant d'ammoniaque. Si le tube ne présente pas la moindre coloration bleue, l'électrolyse du cuivre est terminée ou près de l'être [1]; on laisse passer le courant encore quelques heures.

» L'électrolyse complète du cuivre, dans les conditions que nous venons d'indiquer, demande de deux à trois jours; elle fournit un dépôt très adhérent, à surface lisse, d'une belle couleur rosée.

» Sans interrompre le courant, on retire rapidement le cône et la spirale du liquide; on les plonge successivement dans deux vases d'eau distillée; on détache le cône et la spirale de leur support; on retire le cône de l'eau distillée pour le plonger dans de l'alcool concentré, et on le porte mouillé d'alcool dans une étuve où il est chauffé à 90° pendant dix minutes environ; enfin on le pèse.

» Le poids trouvé, diminué de celui du cône, représente le poids du *cuivre* plus celui de l'*argent*. L'argent se dépose en effet *intégralement* avec le cuivre en solution nitro-sulfurique. On déduira donc du poids du cuivre le poids de l'argent déterminé ultérieurement. Si le cuivre à analyser contient du plomb, *une partie seulement* de celui-ci s'est déposé *sur la spirale* à l'état de bioxyde, le reste du plomb est resté dans la liqueur.

» Dans une prochaine Note nous dirons comment on peut doser avec une grande exactitude les impuretés métalliques ou métalloïdiques du cuivre industriel. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'ozone et les phénomènes de phosphorescence.* Note de M. **Marius Otto**, présentée par M. Friedel.

« En poursuivant des études relatives aux propriétés de l'ozone, j'ai découvert que ce gaz peut, dans certaines conditions, donner naissance à des phénomènes lumineux.

» J'ai observé pour la première fois ces phénomènes en aspirant, au moyen d'une trompe à eau, de l'air ozoné. J'ai constaté dans la trompe une vive lueur. La lumière produite prenait naissance au point où l'eau et l'ozone entraient en contact; l'eau conservait sa lueur de cinq à six secondes

---

(1) Cette réaction n'est pas aussi sensible qu'on pourrait le croire. Ainsi avec une solution soumise à l'électrolyse, occupant un volume de 350^{cc} et contenant une quantité de cuivre inférieure à $0^{gr},017$, on ne perçoit plus aucune coloration en prélevant avec la pipette $3^{cc},5$ du liquide et en le saturant d'ammoniaque. $0^{gr},017$ de cuivre, restant dans l'électrolyte, constituent la quantité minima que l'on puisse révéler par l'essai à l'ammoniaque.

après sa sortie de la trompe. On pouvait remplir d'eau lumineuse des flacons en verre; si un expérimentateur promenait un de ces flacons dans une chambre noire, on pouvait très bien suivre sa marche.

» Ce phénomène de luminosité de l'eau sous l'influence de l'ozone peut s'expliquer de plusieurs manières :

» 1° Ou bien ce sont des bulles de gaz ozoné qui, sous l'influence de la dépression provoquée par la trompe, se dissocient au contact de l'eau avec production de lumière;

» 2° Ou bien l'ozone forme avec l'eau une combinaison très instable et phosphorescente;

» 3° Ou bien la luminosité produite provient de l'oxydation énergique de certaines substances organiques contenues dans l'eau.

» Pour étudier ces diverses hypothèses, j'ai fait construire un appareil en verre au moyen duquel j'ai soumis à l'action de l'ozone, à des pressions variables, différents corps, soit purs, soit en solution aqueuse : cet appareil est constitué par un simple manchon cylindrique en verre de 50^{cm} de longueur, de 5^{cm} de diamètre, fermé à ses deux extrémités et muni de deux robinets.

» Je vais résumer succinctement mes principales expériences [1].

» Tous mes essais ont été faits au moyen d'oxygène ozoné contenant de 40^{mg} à 50^{mg} d'ozone par litre, et produit au moyen de mes ozoneurs.

» *Eau ordinaire.* — Un récipient cylindrique étant rempli d'oxygène ozoné, on y introduit avec précaution 100^{cc} d'eau ordinaire (contenant par conséquent des traces de matières organiques); on porte le récipient dans un cabinet noir. On l'agite énergiquement : on aperçoit dans le tube une vive lueur qui persiste pendant plusieurs secondes.

» En agitant de nouveau, on distingue une autre lueur, mais beaucoup plus faible que la première. Des agitations successives permettent de reproduire le phénomène cinq ou six fois. Puis toute lueur s'éteint, bien qu'il reste dans le tube la majeure partie de l'ozone employé. Ce dernier fait est facile à vérifier, car on peut reproduire une série nouvelle de lueurs en changeant simplement l'eau contenue dans l'appareil. Cette expérience est faite à la pression normale. En diminuant ou en augmentant légèrement cette pression, on ne constate aucune variation sensible dans l'éclat de la luminosité.

» *Alcool.* — En remplaçant l'eau par l'alcool à 90° on perçoit une lueur beaucoup moins vive; en revanche, elle persiste plus longtemps.

» *Benzène.* — Avec du benzène, on distingue une lueur très faible. Cependant

---

(1) Je tiens à remercier tout particulièrement mon maître, M. Friedel, et M. Lippmann, qui ont bien voulu m'aider de leurs précieux conseils.

l'ozone paraît complètement absorbé. En aspirant le gaz contenu dans l'appareil au moyen d'une trompe à eau, on ne constate dans celle-ci aucune trace de luminosité.

» *Thiophène*. — Ce corps dégage, au contact de l'ozone, d'abondantes *vapeurs lumineuses*. C'est le seul exemple que j'aie eu jusqu'ici d'un phénomène de cette nature.

» *Lait*. — On obtient avec ce corps une luminosité beaucoup plus vive qu'avec l'eau ordinaire.

» *Urine*. — C'est le corps qui m'a donné les phénomènes de phosphorescence les plus nettement accentués.

» *Eau pure*. — J'ai fait une série d'expériences avec de l'eau rigoureusement pure aussi bien au point de vue minéral qu'au point de vue organique. En m'entourant de précautions tout à fait particulières, je suis arrivé à avoir un liquide qui ne donne lieu, même avec de l'ozone très concentré, à aucun phénomène de luminosité.

» Je poursuis actuellement l'étude des phénomènes que je viens d'exposer. Il existe certainement entre eux et les phénomènes de phosphorescence provoqués par des actions chimiques, connus jusqu'à ce jour et encore inexpliqués, des liens très étroits. Je crois qu'il m'est permis de tirer d'ores et déjà de mes expériences les conclusions suivantes :

» 1° *La luminosité qui se produit quand l'ozone et l'eau sont en contact est due à la présence, dans cette dernière, de matières organiques d'origine animale ou végétale.*

» 2° *La plupart des matières organiques sont susceptibles de donner lieu, avec l'ozone, à des phénomènes de phosphorescence.* »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le nouveau pain de guerre.* Note de M. **Balland**.

« Le pain de guerre que l'on vient de substituer, dans l'armée, au biscuit de troupe, est fabriqué avec de la farine tendre, de l'eau, du sel et de la levure fraîche. Il diffère ainsi notablement de l'ancien biscuit, dans lequel n'entraient ni sel ni levain.

» Les galettes sont plus petites mais plus bombées : elles ne pèsent, en moyenne, que 50^{gr} et mesurent $0^m,070$ en longueur, $0^m,065$ en largeur et $0^m,025$ en épaisseur. La croûte est peu épaisse et la mie blanche, très poreuse, trempe rapidement dans le bouillon ou le café. La farine, qui était blutée à 20 pour 100 pour le biscuit comme pour le pain de munition, doit être blutée pour le pain de guerre à 30 pour 100.

» Voici la composition de ce nouveau pain, rapprochée de la composition de l'ancien biscuit, du pain de munition et de trois autres pains analysés récemment :

		Composition pour 100.					
			Matière		Matières sucrées et amylacées.		
		Eau.	azotée.	grasse.		Cellulose.	Cendres.
Pain de guerre (Paris).	État normal.	11,40	10,50	0,60	72,16	0,34	1,04
	État sec	»	11,85	0,67	85,91	0,38	1,19
Pain de guerre (Tours).	État normal.	11,30	9,95	0,35	77,14	0,34	0,92
	État sec	»	11,22	0,40	86,96	0,39	1,03
Pain de guerre (Calais).	État normal.	13,10	8,61	0,14	77,28	0,10	0,77
	État sec	»	9,91	0,16	87,13	0,12	0,88
Biscuit de troupe (Paris, 1894).	État normal.	11,30	13,20	0,42	73,75	0,44	0,89
	État sec	»	14,88	0,47	83,15	0,50	1,00
Pain de munition (Paris).	État normal.	38,50	7,98	0,15	52,12	0,28	0,97
	État sec	»	12,97	0,24	84,75	0,46	1,58
Pain de fantaisie (flûte, Paris).	État normal.	31,60	5,99	0,24	61,59	0,14	0,44
	État sec	»	8,75	0,35	90,06	0,20	0,64
Pain boulot (Paris).	État normal.	34,50	6,83	0,12	57,95	0,11	0,49
	État sec	»	10,43	0,18	88,48	0,16	0,75
Pain de ferme de Bresse (après 5 jours de fabrication).	État normal.	32,60	7,25	0,40	59,04	0,14	0,57
	État sec	»	10,79	0,59	87,58	0,20	0,84

» Ces analyses, rattachées à nos études antérieures sur les farines, mettent en évidence les faits suivants :

» 1. La composition, à l'état sec, des pains de pur froment (¹) est en rapport direct avec la composition, au même état, des farines employées à leur fabrication. La matière azotée et la cellulose s'y retrouvent dans la même proportion. Les phosphates aussi; toutefois le poids des cendres est plus élevé en raison du sel ajouté; les matières grasses, plus ou moins modifiées pendant le traitement que l'on fait subir au pain pour le cuire ou l'analyser, sont en moindre quantité.

» 2. La matière azotée et les phosphates, qui sont en plus faible quantité dans les farines les mieux blutées, se trouvent naturellement en moindre proportion dans les pains fabriqués avec des farines blutées à 40 pour 100 que dans les pains obtenus avec des farines blutées à 20 pour 100. Au même degré d'hydratation, les pains bis sont donc plus azotés et plus phosphatés, par suite, plus nutritifs que les pains blancs.

» 3. Le nouveau pain de guerre, fait avec des farines mieux blutées que

(¹) Sans addition de farine de légumineuse, comme on en trouve dans plusieurs pains que nous avons examinés.

le pain de munition, est moins azoté que ce dernier; mais l'azote que le soldat perd avec le pain de guerre lui est restitué sous une autre forme : la ration de viande fraîche, qui est de 300^{gr} en temps de paix, a été, en effet, portée à 500^{gr} en campagne.

» 4. L'ancien pain bis a été trop brusquement délaissé depuis l'essor pris par la mouture à cylindres. Le courant qui a entraîné, presque sans transition, les villes vers les pains extra-blancs, gagne de plus en plus les campagnes. J'ai récemment constaté, en Bresse, que les meuniers travaillant pour les fermes ne produisent plus que 71^{kg} à 72^{kg} de farine panifiable pour 100^{kg} de blé, alors qu'ils en retiraient généralement 83^{kg} ([1]), il y a une trentaine d'années. La même remarque pourrait être faite, sans doute, dans d'autres contrées de la France, aussi privilégiées que la Bresse sous le rapport de la culture. Ces transformations ont fait perdre aux consommateurs des matières azotées et phosphatées qui, pour le plus grand nombre, n'ont pas été compensées par un apport suffisant de viande ou d'autres aliments connus pour leur valeur nutritive. De là, comme l'ont judicieusement avancé plusieurs médecins, parmi lesquels il convient de citer M. le professeur Tarnier, l'une des principales causes de l'affaiblissement progressif de la race dans les villes et les départements les plus riches de France; de là encore la nécessité de lutter avec énergie contre le blutage exagéré des farines destinées à l'alimentation. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur les modifications de la nutrition chez les cancéreux* (*toxicité urinaire*). Note de MM. **Simon Duplay** et **Savoire**, présentée par M. Guyon.

« Au cours de nos recherches sur la nutrition des cancéreux, nous avons été amenés à étudier la question si intéressante de la *toxicité urinaire et des toxines sécrétées par les cancéreux*.

» Dans une Communication à l'Académie des Sciences, le 11 juin 1894, M. Griffiths annonçait qu'il avait retiré des urines d'une malade atteinte de cancer utérin une ptomaïne blanche, cristallisée en aiguilles microscopiques, solubles dans l'eau, à réaction alcaline, etc., répondant à la formule

---

([1]) Ce fut le taux de blutage du froment, imposé autrefois aux meuniers par la Convention « pour prévenir les abus qui s'étaient introduits dans la mouture des grains et établir l'uniformité ».

$C^8H^5AzO^3$, et il proposait de donner à cette substance, qu'il considérait comme caractéristique des urines cancéreuses, le nom de *cancérine*.

» Mais le cas choisi par M. Griffiths ne nous paraît pas à l'abri de toute critique, car il s'agissait d'un cancer inévitablement exposé, par son siège, aux infections microbiennes secondaires, susceptibles de déterminer, à elles seules, la production de toxines dont la résorption serait suivie d'une élimination par le rein.

» Ces toxines pourraient ainsi donner lieu à des constatations analogues à celle que M. Griffiths a cru devoir attribuer uniquement au cancer.

» Dans les expériences que nous poursuivons déjà depuis près de deux ans sur la toxicité de l'urine des cancéreux, qui n'a, en réalité, jamais été démontrée d'une façon indiscutable, nous nous sommes attachés précisément à choisir, autant que possible, des cas dans lesquels aucune infection microbienne secondaire n'était à redouter et où, par conséquent, la cause d'erreur signalée plus haut n'existe pas.

» C'est ainsi que les néoplasmes du sein, du testicule, de la parotide, de la peau même (*avant toute ulcération*) pouvant être considérés comme aseptiques au point de vue des complications microbiennes secondaires, c'est à des cas de ce genre que nous avons cru devoir nous attacher plus spécialement.

» Nous avons fait des recherches dans douze cas de cancers épithéliaux à l'abri de toute infection extérieure par leur siège anatomique et nous n'avons trouvé aucune substance toxique caractéristique dans l'urine.

» Nous pouvons même ajouter que, dans trois autres cas susceptibles d'être considérés comme compliqués d'infections microbiennes secondaires, comme le cas de M. Griffiths (*deux cas de cancer utérin et un cancer ulcéré de la langue*), nous n'avons pas été plus heureux, en suivant exactement la technique indiquée par M. Griffiths.

» Il nous semble donc résulter de ces recherches que, contrairement à l'opinion qui tend à se généraliser un peu trop hâtivement, *la toxicité des urines des malades atteints de cancer proprement dit, c'est-à-dire de cancers épithéliaux, est aussi peu démontrée que la présence, dans ces urines, d'une toxine spéciale*.

» Dans un cas unique de sarcome, il nous a été possible d'obtenir des résultats positifs que nous allons exposer.

» Il s'agissait d'un sarcome mélanique diffus de la région lombosacrée, chez une femme de 28 ans qui a séjourné dans la clinique chirurgicale de l'Hôtel-Dieu dans le courant de juin 1896.

» Aucune des tumeurs multiples qui constituaient la lésion ne s'était encore ulcérée, ce qui la plaçait dans les conditions désirables. Ajoutons que la malade était inopérable, mais que le diagnostic clinique a été confirmé par l'examen histologique d'un fragment enlevé au bistouri sur l'une des tumeurs.

» Dans nos expériences sur la toxicité urinaire chez cette malade, nous avions pu provoquer des phénomènes convulsifs différents de ceux que produit l'urine normale.

» Nous nous sommes donc demandé si ces phénomènes étaient dus à la matière colorante ou à une toxine particulière, et, pour résoudre cette question, nous avons entrepris les deux séries de recherches suivantes :

» 1° 500^{cc} d'urine ont été additionnés de 50^{cc} de sous-acétate de plomb liquide et le mélange, jeté sur le filtre, nous a donné un liquide filtré incolore et un précipité blanc noircissant à l'air.

» Ce précipité, délayé dans l'alcool amylique, donne après filtration une liqueur incolore, mais brunissant à l'air, et l'évaporation de cette solution nous a fourni des lamelles blanches d'une substance noircissant à l'air également et qui nous a paru être la matière colorante caractéristique de l'urine mélanique.

» Cette matière colorante est insoluble dans l'eau. Injectée en suspension dans ce véhicule sous la peau d'un lapin, elle n'a produit aucun phénomène apparent. Les phénomènes convulsifs ne sauraient donc lui être attribués.

» 2° Nous avons ensuite pris 2500^{cc} d'urine, représentant la quantité émise en trois jours. Cette urine, préalablement neutralisée avec du carbonate de soude, a été évaporée à la température de 40° environ et amenée en consistance sirupeuse. L'évaporation en consistance d'extrait sec a été obtenue dans le vide en présence de l'acide sulfurique. L'extrait sec ainsi obtenu a été repris par 100^{cc} d'éther et la solution filtrée.

» L'évaporation à l'air à la température ordinaire de ce soluté éthéré nous a fourni un résidu d'apparence huileuse, pesant 0^{gr},95.

» Nous avons repris ce résidu par 100^{cc} de solution d'acide tartrique à $\frac{1}{20}$ et la solution filtrée a laissé un faible résidu sur le filtre et elle était manifestement acide.

» Cette solution a été neutralisée par le carbonate de soude, puis traitée par 50^{cc} d'éther. Après vingt-quatre heures de contact, pendant lesquelles nous avons agité fréquemment le mélange, nous avons décanté la solution éthérée et nous l'avons évaporée à l'air.

» Le résidu de l'évaporation pesait 0^{gr},52 et se composait de deux parties bien distinctes :

» 1° La plus abondante ($\frac{2}{3}$ environ) se présentait sous la forme d'un liquide huileux de couleur vert foncé, presque noir, légèrement fluorescent. Dissoute dans l'eau acidulée, elle a donné un précipité jaune sale avec l'extrait de Saturne.

» Nous avons injecté cette solution à un lapin qui a présenté des phénomènes de paralysie du train postérieur, une accélération très sensible de la respiration; ces phénomènes ont persisté trois jours, puis ont fini par disparaître.

» 2° La deuxième partie était cristallisée en fines aiguilles blanches et nous avons pu en recueillir 0^{gr},15 environ.

» Ces aiguilles sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans les acides sulfurique et tartrique étendus, et les solutions acides nous ont donné avec :

Le bichlorure de mercure	Un précipité blanc
L'acide phosphotungstique	»
L'acide phosphomolybdique	Un précipité gris noir
L'iodure double de mercure et potassium	Un précipité jaune

» La petite quantité de substance que nous avons obtenue ne nous a pas permis d'en établir la composition centésimale ni d'en déterminer la formule, mais ses propriétés nous permettent de la considérer comme un alcaloïde pathologique différent de celui que Griffiths avait signalé dans l'urine des cancéreux.

» Nous avons expérimenté cet alcaloïde sur une souris à laquelle nous avons injecté $\frac{1}{10}$ de milligramme environ (une partie de la solution ayant été perdue) : elle a présenté des convulsions violentes et a succombé dix minutes après l'injection.

» 1^{cg} injecté dans la veine marginale de l'oreille d'un lapin de 1500^{gr} a amené la mort après douze minutes de convulsions violentes.

» Nous concluons donc de ces recherches à la présence, dans les urines de cette malade :

» 1° D'un produit complexe, mélange d'alcaloïdes, analogue à celui trouvé par M. Pouchet et Mme Eliacbeff dans l'urine normale ;

» 2° D'une ptomaïne caractéristique de cette urine et qui lui donne des propriétés convulsivantes. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur une nouvelle méthode pour recueillir le venin des Serpents.* Note de M. **Paul Gibier.**

« Pour obtenir le venin des Serpents vivants et rendre la prise de l'animal inoffensive, j'ai imaginé la disposition suivante :

» J'ai construit une cage d'environ 50^{cmq} sur 15^{cm} de hauteur et munie sur sa partie supérieure d'une porte grillagée. Une petite porte pleine, percée sur un des côtés de la cage, permet d'introduire et de retirer une cuvette pleine d'eau servant au bain du prisonnier. Sur la partie inférieure d'une autre face latérale, j'ai pratiqué, dans toute la longueur de la paroi, une ouverture trop étroite pour permettre au serpent de s'y glisser, mais suffisamment large pour admettre le passage d'une paire de pinces à anneau garni de coton, avec laquelle on peut saisir l'animal par le cou sans le blesser. Une fois bien en main, le serpent est attiré au dehors par un trou ménagé à l'extrémité gauche de la fente dont je viens de parler. Cette fente et aussi l'ouverture circulaire pratiquée à son extrémité, par où le corps du serpent peut être complètement attiré au dehors, sont fermées, en temps ordinaire, au moyen d'une longue plaque métallique glissant dans une rainure.

» Une fois le serpent attiré partiellement au dehors de la cage, on peut le saisir avec la main placée immédiatement en arrière de sa tête. De cette manière, on risque beaucoup moins de le blesser qu'avec une pince métallique, même entourée d'une corde en coton. Grâce à ce système, j'ai pu nourrir des serpents (un crotale et un serpent noir) qui se laissaient mourir de faim. Le lait et la viande crue, administrés aux serpents par le gavage, permettent de les garder plus longtemps en vie et d'obtenir une plus grande quantité de liquide venimeux.

» C'est surtout pour recueillir le venin, que l'appareil que je viens de décrire est avantageux. Lorsqu'on a saisi le cou du serpent, comme je viens de l'indiquer, un aide maintient son corps dans l'intérieur de sa cage, dans le cas où ses mouvements seraient trop vigoureux et désordonnés. On introduit alors entre ses mâchoires un verre à expérience ou un verre de montre, en prenant soin de redresser les dents à venin avec les bords du verre. Il se peut que le serpent morde spontanément et laisse écouler quelques gouttes de poison ; mais un autre cas peut se présenter encore, qui peut aussi faire obstacle à la « cueillette » du venin : malgré toutes sortes de provocations, le serpent se refuse à émettre la moindre goutte de liquide venimeux? C'est ce qui s'est produit dans le laboratoire de l'Institut Pasteur de New-York. avec un serpent à sonnettes (*Crotalus durissus*) âgé d'environ dix ans et long de plus de $1^m,25$, qui m'a été envoyé des montagnes boisées du Connecticut.

» Voici comment je réussis à surmonter cette difficulté : à l'aide d'une petite pile de Gaiffe, je fais passer un courant alternatif faible dans les muscles de la mâchoire et les glandes à venin. L'effet est presque instantané : en quelques secondes on obtient tout le venin contenu dans les glandes. Il est bon de ne pas employer un courant trop fort, non qu'il y ait à craindre de faire subir au reptile une électrocution involontaire, mais une contraction trop brusque des temporaux et des autres muscles s'insérant sur les maxillaires pourrait déterminer l'arrachement des crochets perforés ou cannelés par où s'écoule le venin.

» J'ai pensé qu'en faisant connaître ces différents points de technique expérimentale, que je n'ai vu décrits nulle part, j'intéresserais peut-être les savants qui s'occupent des mêmes recherches. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Emploi du grisoumètre dans la recherche médico-légale de l'oxyde de carbone.* Note de M. N. **Gréhant** [1], présentée par M. Brouardel.

« Les chimistes-experts, chargés de faire l'analyse du sang de l'homme et la recherche de l'oxyde de carbone qui a pu être la cause de la mort,

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

emploient le plus souvent le spectroscope, dont les indications sont incertaines lorsque la proportion de l'hémoglobine oxycarbonée est inférieure à la moitié de l'hémoglobine totale.

» Je suis d'avis que, après avoir fait un essai au spectroscope, il faut employer le procédé quantitatif que j'ai déjà décrit et qui consiste à extraire à 100°, par l'acide acétique et à l'aide de la pompe à mercure, l'oxyde de carbone combiné avec la matière colorante du sang, et à doser le gaz toxique par la réduction qu'il donne dans mon grisoumètre.

» Il est évident que l'on ne peut pas réussir du premier coup dans l'emploi de mes appareils; il est nécessaire que le chimiste-expert s'astreigne d'abord à répéter quelques expériences semblables à celles que je vais décrire, qui démontrent l'exactitude des résultats que l'on peut obtenir quand on possède bien la technique de mon procédé.

» *Première expérience.* — Je me procure 170^{cc} de sang artériel de chien, qui est défibriné dans un flacon et filtré sur un linge; on divise ce volume de sang en deux volumes égaux à 85^{cc} dans deux flacons; dans l'un on fait passer un courant d'oxyde de carbone à travers le sang, de manière à remplir le flacon de mousse. Le flacon est agité, l'hémoglobine absorbe l'oxyde de carbone qui déplace l'oxygène (Claude Bernard); l'autre flacon renferme du sang oxygéné.

» *a.* 40^{cc} de sang oxycarboné sont introduits dans le ballon récipient vide, renfermant 40^{cc} d'acide acétique à 8°; le bain-marie est porté à 100°; on obtient un gaz qui, débarrassé d'acide carbonique, est introduit dans le grisoumètre; au premier passage du courant on aperçoit une belle auréole bleue qui remplit toute l'ampoule et qui donne la meilleure démonstration de la présence de l'oxyde de carbone; on fait passer ensuite quatre cents fois le courant et l'on observe, après le refroidissement, la réduction énorme de 69,5 divisions du grisoumètre.

» *b.* On fait arriver dans le récipient vide 20^{cc} de sang oxycarboné, 20^{cc} de sang oxygéné et 40^{cc} d'acide acétique; le gaz extrait à 100° a donné au grisoumètre 36,3 divisions, nombre peu différent de 34,7 moitié de 69,5; cette fois, on n'a point observé d'auréole.

» *Deuxième expérience.* — Au lieu de sang de chien, j'ai pris du sang défibriné de bœuf qu'il est si facile de se procurer, et j'ai composé une série de mélanges qui ont donné au grisoumètre les réductions inscrites dans le Ta eau suivant :

	Reductions.
1° 20^{cc} sang oxycarboné	30,5
2° 10^{cc} sang oxycarboné et 10^{cc} sang oxygéné	14,4
3° 5^{cc} sang oxycarboné et 15^{cc} sang oxygéné	7,5
4° $2^{cc},5$ sang oxycarboné et $17^{cc},5$ sang oxygéné	3

» Les réductions sont à peu près proportionnelles aux volumes de sang oxycarboné contenus dans les mélanges.

» L'expérience a montré que, dans mon grisoumètre, 1^{cc} d'oxyde de carbone donne

une réduction de 7,4 divisions, de sorte qu'une réduction de 69,5 divisions correspond à un volume de 9^{cc},4 d'oxyde de carbone. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'origine du bourgeon de régénération caudale chez les Annélides* (¹). Note de M. **Auguste Michel**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Mes recherches sur l'histogenèse et l'organogenèse du bourgeon de régénération caudale ont porté surtout sur une Polychète du genre *Nephthys* et sur une Oligochète l'*Allobophora* (*Lumbricus*) *fœtida*.

» Après la section, par la rétraction des couches musculaires, la paroi du corps et celle de l'intestin se courbant l'une vers l'autre, l'épiderme et l'épithélium intestinal viennent au contact.

» La première régénération n'a pas pour agents des amibocytes : on n'en voit pas sur la plaie et la disposition des cellules migratrices indique une poussée de la section dans la cavité du corps et non de celle-ci vers la section. C'est l'épiderme voisin qui est le siège d'une active prolifération. On y voit des cellules en mitose tangentielle, assez peu nombreuses cependant, ce qui fait supposer une certaine rapidité de division. La prolifération n'a pas lieu exclusivement au bord : il y a parfois, au delà de la région de prolifération un reste de vieux tissus; j'ai même vu dans quelques cas, chez le Lombric, la poussée ectodermique, qui va rejoindre la chaîne nerveuse, partir de l'intervalle entre deux anneaux, laissant au delà un reste d'anneau avec des masses musculaires volumineuses. Ce fait rend peu probable la participation de l'épithélium intestinal, même au point de réunion avec l'épiderme; il n'en présente pas l'aspect, et, si parfois on trouve contre lui des éléments nouveaux, leur disposition permet aussi bien de les rapporter à la partie voisine de l'épiderme. L'opinion que les diverses parties du bourgeon proviennent des parties anciennes correspondantes est encore plus démentie par l'observation; et même, au début, l'organisation est plus avancée dans le bourgeon que dans la région de raccordement. L'origine de la régénération est donc, pour la plus grande partie sinon uniquement, ectodermique.

» Le développement de l'ectoderme, mince dans les *Nephthys*, massif dans

---

(¹) Travail des laboratoires de MM. les professeurs Perrier, au Muséum, et Giard, à la Sorbonne et à Wimereux-Ambleteuse.

le lombric, a pour effet, avec le progrès de l'incurvation en dedans des parois du corps, de réduire de plus en plus la surface de la plaie, en même temps que les parois rapprochées du corps et de l'intestin se soudent.

» Cette prolifération donne lieu à une poussée interne de cellules fusiformes, se pressant en faisceaux qui s'insinuent entre les obstacles et s'épanouissent dans la cavité du corps. Ces cellules proviennent de l'ectoderme, et par émigration au moins pour la plupart : car chez les *Nephthys,* où les tissus de régénération sont d'abord moins compacts, on voit souvent des cellules déjà sous-ectodermiques se prolonger entre les cellules ectodermiques jusqu'à la cuticule nouvelle par un filament ondulé; certaines cellules sous-ectodermiques semblent cependant se relier par leur filament respectivement à une cellule ectodermique, ce qui serait le résultat d'une division radiale; je n'ai cependant pas observé de mitoses dans cette direction.

» Un caractère dominant de l'histogenèse et de l'organogenèse du bourgeon de régénération, qui ne me paraît pas cependant avoir été signalé, au moins quant à sa généralité et à sa valeur, c'est l'extension précoce à travers le bourgeon de longs prolongements cellulaires; malheureusement il est extrêmement difficile de les suivre dans leurs inflexions et leurs intrications. En particulier, ces filaments ont donné lieu à une illusion : ceux qui, émanés de l'ectoderme, se rabattent sous lui en direction tangentielle, ont fait croire, de la part de certains observateurs, à une séparation définitive de l'épiderme, excluant au même niveau tout nouveau départ de l'ectoderme; en réalité, on voit en tel et tel point un amas de cellules, traversé par cette prétendue limite, provenir de l'ectoderme et s'engager à l'intérieur : c'est notamment très net chez les *Nephthys,* dans le tissu peu serré du début de la régénération.

» La prolifération est surtout active sur la ligne médiane ventrale, au-dessous de la section de l'axe nerveux. Chez le Lombric, on distingue alors dans cette région, au milieu de la poussée compacte, une traînée de l'ectoderme à l'axe nerveux un peu éloigné par sa rétraction; cette traînée semble d'ailleurs aboutir à la masse nerveuse et non en provenir, celle-ci ne présentant pas un aspect de prolifération, et, par suite, dériver de la partie de la poussée cellulaire qui, à la rencontre des bords de la gaine nerveuse, s'est engagée entre eux et est venue s'appuyer contre la masse nerveuse ancienne. Or bientôt, par prolifération des cellules qui environnent la limite interne de cette traînée, par conséquent dans la région médiane ventrale, se forme un amas de cellules très colorables, surtout

leur gros nucléole. Elles prennent ensuite une disposition transversale, ce qui limite nettement l'amas à son bord distal. Par l'accroissement de cet amas, les traînées voisines de part et d'autre se trouvent rabattues de leur côté, s'inclinant respectivement en dehors et en dedans, à partir d'un point de divergence. Chez les *Lumbriculus*, ces cellules paraissent relativement plus grandes encore, pouvant occuper chacune la largeur de la cavité. Chez les *Nephthys*, dans l'ectoderme nouveau de la région ventrale, les cellules périphériques, voisines de l'axe nerveux, sont inclinées vers lui en dehors, les autres en dedans. Par émigration plus ou moins complète des cellules de l'ectoderme se forme, dans cette région ventrale, un amas lâche sous-ectodermique de cellules dont le corps est presque entièrement rempli par le noyau très colorable; cet amas, quoique moins serré et à plus petites cellules, est comparable à celui des Lombriciens : ils ont même origine, même situation ventrale et entre la traînée externe dirigée vers le névraxe et la traînée interne plus rapprochée de l'axe du corps, avec cette différence qu'ici, la masse nerveuse adhérente à l'épiderme n'ayant pas subi de rétraction, les deux traînées sont dès le début complètement divergentes.

» Bientôt, chez beaucoup de Polychètes, l'ectoderme, près de l'endoderme, mais nettement, d'après les coupes chez les *Nephthys*, l'ectoderme seul, se développe en un ou deux cirres anaux, qui atteindront déjà une taille relativement très grande avant que le corps même du bourgeon ne soit apparent.

» La prolifération ectodermique fait saillir un bourrelet autour de l'anus et, par son intensité plus grande, l'allonge sur le côté ventral en un bourgeon, rempli par l'amas de cellules émigrées de l'ectoderme, recouvert par un épithélium, futur ectoderme sur une face, futur endoderme sur l'autre, enfin terminé, chez les Polychètes, par un ou deux cirres.

» La différenciation de ce bourgeon caudal fera l'objet d'une Note prochaine. »

BOTANIQUE. — *Observations sur le Rhizoctone de la Pomme de terre.* Note de M. E. Roze, présentée par M. Chatin.

« Cette maladie est peu apparente sur les tubercules des variétés hâtives, mais elle se montre plus distinctement sur les variétés tardives. Les tubercules de ces dernières variétés, lorsqu'on les déterre en été, présentent à

leur surface des corpuscules noirâtres, reliés entre eux par des filaments noirs, très ténus, perceptibles à la loupe. Ces filaments sont constitués par le mycélium d'un Champignon : sur certains points, ils se condensent et s'agglomèrent pour former ces corpuscules noirâtres, très visibles, qui ne sont autres que des *sclérotes*.

» Ces sclérotes sont des organes de conservation et de reproduction du Champignon, comme je m'en suis assuré par expérience. La maladie dont il s'agit n'est pas nouvelle. Wallroth, en 1842, paraît avoir désigné le Champignon sous le nom d'*Erysibe subterranea Solani*. J. Kühn, qui l'a mieux étudié, sans pourtant le faire connaître complètement, l'a appelé *Rhizoctonia Solani* (¹), et, ce qui est instructif, c'est qu'il le considérait comme étant la cause de la maladie de la Gale de la Pomme de terre. Ceci ne peut s'expliquer que parce qu'il arrive, en effet, que les deux maladies (Gale et Rhizoctone) se montrent souvent associées sur les mêmes tubercules, bien qu'elles s'y développent aussi séparément. Il en résulte que les tubercules galeux étudiés par le Dr Thaxter devaient être également plus ou moins couverts de filaments de Rhizoctone, car je n'ai constaté la présence de son *Oospora Scabies* que dans les crevasses galeuses où se montrait le mycélium du *Rhizoctonia Solani*. Le Dr Thaxter signale également son *Oospora* sur les Betteraves. Je n'ai pas eu occasion de l'y rechercher.

» Lorsqu'on étudie ces filaments noirâtres (²) sur des Pommes de terre non galeuses, on remarque aisément qu'ils sont seulement appliqués sur la surface épidermique sans y pénétrer; il en est de même des sclérotes qui n'y adhèrent que faiblement, puisqu'il suffit d'un coup d'ongle pour les détacher; mais il n'en est pas de même, lorsque le mycélium du *Rhizoctonia* rencontre des pustules galeuses. Dans ce cas, les filaments du Rhizoctone pénètrent en se décolorant dans les cellules mortifiées; ils se rétrécissent de plus en plus, si bien que, lorsqu'on les observe dans les cellules sous-épidermiques, ils semblent différer totalement de ceux de la surface. Or, c'est dans ces mêmes cellules que se montre l'*Oospora Scabies*, et cela, je dois ajouter, assez rarement. Cet *Oospora* est constitué par des chapelets de sphérules hyalines, agglomérés dans une cellule hospitalière, et qui re-

---

(¹) *Die Krankheiten der Kulturgewächse* (1858). Dans ses *Fungi europœi* (1851), Tulasne, en parlant de son *Rhizoctonia violacea*, dit que Lecoq l'a vu très abondant sur les tubercules de la Pomme de terre. Or le *R. Solani* Kühn, que Tulasne ne paraît pas avoir observé, est très différent de son *R. violacea*.

(²) Vus au miscroscope, ils sont d'un brun rougeâtre foncé.

présentent des filaments à renflements successifs, ampulliformes. Certaines cellules mortifiées m'ont permis d'observer plusieurs de ces filaments très ténus, qui m'ont paru être identiquement semblables à ceux du Rhizoctone. Du reste, l'absence de tout autre mycélium et le développement concomitant de ces filaments mycéliens, très voisins les uns des autres, me portent à croire que ces chapelets de sphérules hyalines peuvent être considérés comme un mode de fructification du *Rhizoctonia Solani*, lequel n'a probablement pas la faculté de s'introduire dans les cellules épidermiques vivantes de la Pomme de terre, mais profite de la mortification de ces cellules pour y pénétrer et y fructifier.

» Toutefois, je ne pourrais qu'émettre des hypothèses sur le rôle que doivent jouer ces sphérules hyalines. Enfoncées comme elles le sont dans les crevasses galeuses et d'une organisation des plus délicates, il serait difficile de se faire une idée de la fonction qu'elles peuvent être appelées à remplir.

» Cette sorte de maladie, due au Rhizoctone, n'a pas d'ailleurs de gravité réelle, puisqu'il ne s'agit, en somme, que d'une sorte de symbiose, sans déperdition pour les tubercules hospitaliers. Cependant j'ai récolté, en octobre, certains de ces tubercules, devenus presque tout noirs par suite de l'extraordinaire développement des sclérotes. Il n'est pas besoin de recommander de ne pas employer pour semence des tubercules si peu sclérotifères qu'ils soient, car c'est par ces sclérotes certainement que se reproduit le plus souvent le Rhizoctone, dont les filaments mycéliens doivent avoir la faculté de se rendre du tubercule-mère aux tubercules naissants. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Destruction de l'*Heterodera Schachtii. Note de M. **Willot**, présentée par M. Chatin.

« Les savants d'Outre-Rhin ont constaté, et j'ai constaté après eux, que la femelle brune de l'*Heterodera Schachtii* est morte, et qu'elle est inattaquable par les acides, les bases, les sels, etc. J'ai trouvé, le premier, qu'elle est attaquée par un champignon microscopique, qui la réduit en poussière.

Puisque la femelle brune est invulnérable, il faut renoncer, pour détruire l'espèce, aux procédés chimiques : de là l'idée de Kühn, d'employer les plantes-pièges.

» La femelle blanche devient brune, *se chitinise,* pour préserver, contre

les rigueurs de l'hiver, les œufs, les embryons et les larves qu'elle contient et qui sont vivants. L'incubation, ou segmentation, est suspendue pendant l'hiver, pour continuer son évolution au printemps prochain.

» Comment les larves peuvent-elles sortir, puisque la mère est morte et que l'appareil vulvaire est hermétiquement fermé, et que, d'autre part, les larves sont trop faibles pour franchir le détroit de la vulve ? C'est que, à ce qu'il m'a semblé, la femelle brune, sous l'influence de la chaleur et de l'humidité du printemps, obéit aux lois de la dilatation, qu'elle se gonfle, que la vulve s'ouvre mécaniquement, qu'elle reste ouverte et que les larves trouvent alors une ouverture naturelle.

» J'ai recueilli, sous l'influence de cette idée, quantité de femelles brunes; je les ai portées dans un bain à 22° C. J'ai vu, après un séjour d'une journée, le volume des femelles doublé, la vulve ouverte et trois larves engagées en même temps dans le détroit vulvaire.

» Si le passage reste ouvert pour donner issue à trois larves à la fois, il l'est également pour donner entrée au gaz délétère et porter la mort dans le corps de la femelle. J'ai reporté de nouveau des femelles brunes dans un second bain à 22°, que j'ai additionné d'eau de gaz. Il n'est plus alors sorti une seule larve ; le contenu était frappé de mort. J'ai répété ces expériences par centaines de fois : les résultats n'ont jamais varié.

» Alors seulement j'ai fait une expérience à Curgies près Valenciennes (Nord), sur un champ tellement nématodé qu'il ne pouvait plus porter de betteraves, quels que fussent les engrais. Avec un seul traitement à l'eau de gaz, j'ai produit, à l'hectare, 37000^{kg} de betteraves à 14 pour 100 de sucre, puis quatre récoltes successives de céréales luxuriantes.

» L'expérience de Tergnier n'a pas moins d'importance. Avec l'*unique* traitement à l'eau de gaz et sans autre engrais, naturel ou artificiel, j'ai obtenu quatre récoltes successives, dont le rendement à l'hectare est supérieur à 60000^{kg} de betteraves à 7° de densité. J'en obtiendrai une cinquième, qui ne donnera pas moins de 40000^{kg} à l'hectare.

» Est-il possible d'obtenir de pareils résultats sur une terre nématodée sans tuer les nématodes ? Et, si les nématodes ne sont pas tués, comment se fait-il que les betteraves ne soient pas nématodées ? »

MINÉRALOGIE. — *Les transformations endomorphiques du magma granitique de la haute Ariège, au contact des calcaires.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Michel-Lévy.

« L'exploration de l'arête montagneuse séparant la vallée de l'Ariège des ravins aboutissant au ruisseau de Mijanès, m'a permis d'observer de remarquables phénomènes de contact, apportant des faits d'un ordre général sur l'histoire des magmas granitiques.

» A l'est du pic de Braceil en Orlu, le granite du Quérigut se trouve en contact avec une puissante série sédimentaire, allant du cambrien au permocarbonifère, d'après M. Roussel. Cette série est formée par des schistes au milieu desquels se trouvent d'épaisses bandes calcaires. La mise en place du granite s'est effectuée suivant un mode fréquent : le long de la ligne de contact s'observent tous les types de feldspathisation et d'injection décrits par M. Michel-Lévy; sur de vastes surfaces, la digestion des schistes par le granite a été si parfaite qu'il serait difficile de démêler la réelle origine de la roche granitogneissique ainsi produite, si l'on ne rencontrait çà et là, au milieu d'elle, des paquets d'enclaves ou même des îlots de schistes imparfaitement modifiés, orientés comme les schistes du contact, et présentant les mêmes phénomènes métamorphiques.

» Le but de cette Note est d'exposer les résultats principaux [1] de l'étude des modifications subies par le granite au contact des calcaires qui, après digestion des schistes au milieu desquels ils étaient primitivement disposés, ont été entourés de toutes parts par le granite. Ces calcaires ont été profondément métamorphisés, marmorisés, chargés de grenat, d'idocrase, etc., localement transformés en cornéennes des plus variées. Ils ont été, en outre, très corrodés par le magma granitique; leur épaisseur est, par place, très réduite et même, en plusieurs points, leur continuité a été interrompue; leurs lambeaux se trouvent alors au milieu du granite et, de même que les îlots schisteux dont il a été question plus haut, ils restent encore orientés comme la masse principale.

» Au contact de ces calcaires, le granite présente des modifications considérables; il perd ses grands cristaux porphyroïdes de microcline, se

---

[1] Ils seront développés dans un prochain *Bulletin du Service de la Carte géologique de France.*

charge de hornblende; puis les éléments colorés augmentent; la roche prend l'apparence d'une *diorite micacée;* enfin, les éléments blancs disparaissent de la roche compacte, devenue très dense, ne paraît plus constituée que par de la hornblende et du mica. Il n'y a aucun doute que toutes ces roches ne soient des transformations du granite; elles forment une auréole continue et constante au calcaire; les types non feldspathiques ne s'observent que là où les calcaires ont été le plus réduits et particulièrement là où leur continuité a été interrompue.

» Toutes ces roches passent les unes aux autres, tantôt sur un affleurement de plusieurs centaines de mètres et tantôt sur quelques mètres seulement. L'étude stratigraphique ne permet pas un seul instant de supposer qu'il s'agisse de roches éruptives originellement différentes et de production successive.

» L'examen microscopique d'un très grand nombre d'échantillons m'a permis de suivre pas à pas les transformations du *granite* et d'établir la chaîne d'une absolue continuité qui le conduit à une *péridotite* à *hornblende*. Le premier stade de l'évolution consiste dans l'apparition de la hornblende, la disparition progressive de l'orthose et du quartz; ce dernier prend souvent une structure microgranitique dans les *diorites micacées quartzifères;* puis la basicité *moyenne* des plagioclases augmente, le quartz disparaît; les *diorites micacées* ainsi produites prennent peu à peu la structure ophitique : quand de grands cristaux porphyroïdes de hornblende se produisent, ils englobent tous les autres éléments. La disparition progressive des feldspaths conduit à des roches à grands éléments, des *hornblendites;* celles-ci, une fois dépourvues de plagioclases, se chargent parfois d'olivine, qui apparaît même à l'œil nu dans des plages poécilitiques de hornblende atteignant 8^{cm}; la roche est devenue une *péridotite à hornblende*. Dans trois gisements seulement, la diorite micacée présente une évolution différente, elle se charge d'enstatite avec ou sans olivine, elle devient par suite une *norite à amphibole*, *biotite*, *olivine*, etc.

» Toutes ces roches endomorphisées présentent un air de famille; l'amphibole y est d'une façon constante associée, et souvent géométriquement, avec une biotite; c'est une hornblende verte, brune ou blonde, généralement presque incolore en lames minces. Les plagioclases sont rarement homogènes; on trouve parmi eux tous les types de la série, depuis les oligoclases jusqu'aux anorthites. Les individus zonés sont presque la règle. Les variations de basicité d'une zone à une autre, les phénomènes de corrosion intense et de cicatrisation, identiques à ceux des feldspaths enclavés dans

les roches volcaniques, indiquent à eux seuls combien ont été grandes les variations de composition du magma granitique pendant le cours de sa cristallisation.

» En résumé, mes observations montrent avec évidence qu'*un magma granitique peut, avant sa consolidation définitive, absorber des quantités considérables d'assises sédimentaires qui, par leur influence chimique, transforment sa composition d'une façon assez radicale pour donner naissance à une série de types pétrographiques tels que* granite amphibolique, diorite quartzifère, diorite micacée, norite avec ou sans olivine, hornblendite et même péridotite, *c'est-à-dire pour lui faire parcourir la série presque complète des roches éruptives grenues.*

» Les gisements de la haute Ariège présentent ces phénomènes avec une intensité grandiose.

» Ces observations apportent une confirmation aux idées émises par M. Michel-Lévy sur les relations d'origine probables des diorites et du granite qui, dans le Beaujolais et en Auvergne, sont associés aux cornes vertes précambriennes. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction artificielle de la pirssonite. Reproduction artificielle simultanée de la northupite, de la gaylussite et de la pirssonite.* Note de M. **A. de Schulten**, présentée par M. Fouqué.

« La pirssonite est un minéral rare, découvert récemment parmi des cristaux de gaylussite provenant du lac Borax en Californie. Ce nouveau minéral a été décrit par M. J.-H. Pratt (1). Il cristallise dans le système orthorhombique. Sa composition correspond à la formule $CaCO^3$, Na^2CO^3, $2H^2O$; il diffère donc de la gaylussite par la quantité d'eau de cristallisation (2 molécules au lieu de 5).

» Je l'ai reproduit artificiellement par le procédé suivant :

» J'ajoute à une solution de carbonate de sodium presque saturée à chaud et employée en grand excès une solution de chlorure de calcium de concentration moyenne et je chauffe la liqueur dans une fiole au bain-marie pendant douze heures. Au bout de ce temps, le précipité amorphe produit d'abord s'est transformé en cristaux limpides, très brillants, de pirssonite. On lave les cristaux très rapidement par décantation avec de l'eau, puis avec de l'alcool et de l'éther, et on les dessèche sur l'acide sulfurique.

(1) *American Journal of Science*, p. 126; août 1896.

» L'analyse des cristaux a donné des résultats qui conduisent à la formule

$$CaCO^3, Na^2CO^3, 2H^2O.$$

» Les cristaux sont inaltérables à l'air. Chauffés à 100°, ils ne subissent aucun changement de composition. A 130°, ils perdent la plus grande partie de leur eau (la perte trouvée s'élève à 14,28 pour 100). Chauffés au rouge, ils entrent facilement en fusion. Si l'on traite les cristaux par l'eau, on observe que leurs faces deviennent très vite ternes. Laissés en contact prolongé avec de l'eau, les cristaux se décomposent complètement en carbonate de calcium et carbonate de sodium.

» La densité des cristaux est de 2,349 à 15°. La densité du minéral naturel est de 2,352. Les cristaux rayent le calcaire, mais ne rayent pas la fluorine.

» La pirssonite artificielle est en cristaux orthorhombiques aplatis suivant g^1 (010). Les plus grands cristaux ont $0^{mm},16$ de longueur et de largeur, et $0^{mm},04$ d'épaisseur. On observe des faces g^1 (010), dominante, $b^{\frac{1}{2}}$ (111) et m (110). L'angle obtus de la face g^1, formé par deux arêtes $g^1 b^{\frac{1}{2}}$, est égal à environ 124°. Cet angle, calculé au moyen des rapports des axes du minéral naturel, est égal à 123°51′. Les cristaux naturels sont souvent hémimorphes : ils portent la face $b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{4}} g^1$ (131), qui est développée seulement à un de leurs sommets. Chez les cristaux artificiels je n'ai pas observé cette face. Sur la face g^1 les extinctions se font parallèlement aux diagonales du rhombe. Sur des cristaux placés de telle sorte qu'on les voit parallèlement à la face g^1, on observe que les extinctions sont longitudinales. Le plan des axes optiques est parallèle à la base p (001). La bissectrice aiguë coïncide avec l'axe b. La double réfraction est positive. La dispersion est faible ($\rho < \upsilon$). L'écartement des axes est d'environ 48°. Ces données optiques concordent avec les propriétés optiques de la pirssonite.

» D'après M. J.-H. Pratt, la pirssonite se rencontre au lac Borax accompagnée de la northupite, et ces minéraux se sont probablement formés dans des conditions semblables, à en juger par quelques échantillons où les deux minéraux se trouvent adhérents l'un à l'autre. Je rappellerai aussi que la pirssonite a été découverte parmi des cristaux de gaylussite qui abondent au lac Borax. Ayant réussi précédemment à produire artificiellement la northupite ([1]) et ayant, en outre, observé que la gaylussite (préparée par le procédé de Fritzsche) cède la place à la pirssonite quand on la chauffe au bain-marie avec une dissolution de carbonate de sodium

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1427.

suffisamment concentrée, j'ai cherché maintenant à obtenir ces trois minéraux associés.

» A cet effet, j'ai chauffé au bain-marie, dans un vase à précipiter, une dissolution contenant 150gr de chlorure de sodium, et 50gr de carbonate de sodium dans 500cc d'eau à laquelle j'ai ajouté d'abord 6gr de chlorure de calcium anhydre, dissous dans 25cc d'eau et puis 10gr de chlorure de magnésium cristallisé, dissous dans 25cc d'eau. Au bout de quelques heures, on constate qu'il s'est formé, au sein du liquide, des cristaux octaédriques de northupite et des aiguilles très fines de gaylussite, et après avoir laissé se concentrer la liqueur, on observe, parmi les cristaux de northupite et de gaylussite, de rares cristaux de pirssonite, formés aux dépens de la gaylussite.

» Associés à ces trois minéraux artificiels, on trouve, en outre, de rares cristaux rhomboédriques du sel Mg^2CO^3, Na^2CO^3, que j'ai décrit précédemment ([1]). Ce sel n'a pas été trouvé dans la nature. Cependant, il paraît assez vraisemblable qu'on trouvera un jour, dans les dépôts de sels du lac Borax, ce composé qui est inaltérable à l'air, et qui prend naissance dans des conditions auxquelles on doit, probablement, la formation, dans cette localité, des espèces minérales voisines, énumérées ci-dessus. »

GÉOLOGIE. — *Le Jurassique supérieur des environs d'Angoulême.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le Jurassique supérieur des environs d'Angoulême forme une série d'assises dont les lignes d'affleurement, orientées sensiblement nord-ouest sud-est, sont presque perpendiculaires à celles des assises crétacées qui commencent à se montrer près de cette ville. Il repose, vers les Rassats et Touvre, sur le *Séquanien supérieur* constitué par des calcaires oolitiques dans lesquels j'ai découvert une faune à *Am. Achilles* d'Orb., *Diceras bavaricum*, *Diceras eximium* Bayle. Nérinées, *Zeilleria humeralis* Rœm., *Pygurus Blumenbachi* Ag., etc., faune qui permet de placer ces couches au niveau des calcaires à Nérinées et à *Diceras* des Ardennes et de la Meuse, au niveau de l'oolite de la Mothe (Haute-Marne), dans laquelle on a recueilli les mêmes *Diceras*, et au niveau du récif coralligène de Tonnerre (Yonne), etc.

» Sur ces assises, entamées par les tranchées du chemin de fer, près de Touvre, repose le Kimméridgien, formé des deux étages Ptérocérien et Virgulien.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1427.

» Ptérocérien. — Le Ptérocérien est constitué par des calcaires compacts, gris bleu, en gros bancs séparés par de minces lits marneux renfermant *Nautilus giganteus* Sow., *Am. cymodoce* d'Orb., *Exogyra virgula,* etc. Ces bancs sont surmontés par des marnes grises à *Exogyra virgula,* recouvertes à leur tour par des calcaires compacts puissants alternant avec des lits marneux très fossilifères : *Ceromya excentrica* Voltz., *Lucina rugosa* Rœm., *Terebratula subsella* Leym. etc.

» Virgulien. — Le Virgulien qui forme le couronnement des plateaux à l'est et au nord de Ruelle, comprend deux zones assez nettes :

» 1° La zone à *Am. orthocera,* constituée par des calcaires compacts, gris bleuâtres dans la profondeur, alternant avec des lits pétris d'*Exogyra virgula* et renfermant *Am. orthocera* d'Orb., *Harpagodes oceani* Brongn., etc.

» 2° La zone à *Am. Lallierianus,* bien développée aux environs de Pontouvre, où les calcaires gris bleuâtres qui la constituent sont exploités pour la fabrication du ciment et renferment *Am. Lallierianus* d'Orb., *Am. longispinus* Sow., etc. Ces calcaires, qui ont plus de 30^{m} d'épaisseur, sont recouverts par une série de calcaires noduleux ou compacts à Nérinées, *Natica Rupellensis* d'Orb. et *Polypiers.*

» Portlandien. — Le Portlandien, qui complète la série jurassique, s'étend sur près de 10^{km} de longueur de l'est à l'ouest, à partir d'une ligne passant par Angoulême et Saint-Yrieix. Les deux termes *Bononien* et *Aquilonien* (*Purbeckien*) qui le constituent sont ici bien représentés.

» A. *Bononien.* — Au-dessus des assises du Virgulien supérieur affleure une série d'assises très fossilifères, que je range provisoirement dans le *Bononien inférieur.* Elles comprennent des calcaires oolitiques, avec bandes pétries de grandes Nérinées : *Nerinea trinodosa* Voltz., *Nerinea Santonensis* d'Orb., etc., accompagnées de *Chemnitzia Clio* d'Orb., *Natica, Cerithium, Malaptera Ponti* Brongn., etc. Ces couches sont surmontées de calcaires gréseux à *Harpagodes oceani* Brongn., *Purpuroidea,* etc., recouverts par de nouveaux calcaires oolitiques à Nérinées, couronnés à leur tour par des calcaires marneux et des marnes peu épaisses à nombreux Brachiopodes et Echinides : *Ter. subsella* Leym., *Rhynch. pinguis* Opp., *Hemicidaris purbeckensis* Forbes, *Echinobrissus Perroni* Gt., etc.

» La faune de cet ensemble de couches, surtout les Nérinées et les Oursins, me les fait ranger dans le Bononien inférieur, malgré l'absence de l'*Am. gigas.* Elles correspondraient alors aux couches à Nérinées du Jura (région de Lons-le-Saunier), aux calcaires du Barrois dans la Meuse et la Haute-Marne, etc.

» Le *Bononien moyen* comprend des calcaires pointillés de rouge, surmontés par des calcaires marneux et sub-lithographiques à *Am. gigas* Ziet., *Trichites Saussurei* Th., etc., recouverts par des calcaires mouchetés de points rouges à *Cyprina Brongniarti* Rœm., *Cardium Banneianum* Th., etc., que couronnent des calcaires en plaquettes, avec intercalation de marnes feuilletées à *Exogyra bruntrutana* Th.

» Le *Bononien supérieur,* très difficile à délimiter de l'Aquilonien, est bien développé autour de Rouillac et de Hiersac. Il est constitué par un ensemble de calcaires compacts, marneux ou crayeux à faune presque exclusivement composée de Lamellibranches : *Trigonia variegata* de Lor., *Cardium Dufrenoyi* Bur., *Anisocordia,*

Cyprina, etc., accompagnés de *Patella* sp. *Cerithium, Cyrena; Sphenia* (*Corbula* anct.), *mosensis* Buv., etc.

» La présence des Cyrènes et des Sphenia, à divers niveaux du Bononien supérieur, indique déjà la tendance à la formation de lagunes, qui seront surtout développées à l'époque suivante.

» B. *Aquilonien* (*Purbeckien*). — L'Aquilonien est remarquable par l'intercalation de plusieurs horizons oolitiques à *Mytilus, Aricula, Anomia, Cyrena,* Reptiles, alternant avec des calcaires marneux en plaquettes renfermant une faune nettement saumâtre : *Cyrena Pellati* de Lor., *Sphenia inflexa* Dkr., *Sphenia Forbesi* de Lor., *Protocardia purbeckensis,* etc., faune dont tous les représentants se retrouvent aux mêmes niveaux dans le Jura, l'Yonne, le Boulonnais.

» L'Aquilonien, tel qu'il est représenté aux environs de Hiersac, Sigogne, Jarnac, comprend des calcaires marneux ou en plaquettes à la base, des argiles gypsifères à la partie moyenne et des calcaires marneux en plaquettes avec niveaux oolitiques à la partie supérieure. J'ai découvert également la présence de sel et l'intercalation de lignites au milieu de ces argiles.

» Les différents niveaux à espèces saumâtres, l'existence du sel et du gypse témoignent de l'état lagunaire de la région à l'époque du Portlandien supérieur. Mais c'est principalement vers le milieu de l'Aquilonien que l'évaporation des eaux des lagunes acquiert son maximum, amenant le dépôt du sel et du gypse, préludant ainsi au retrait définitif de la mer, à la fin des temps jurassiques. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 décembre 1896.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Décembre 1896. Tome IX. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XX. Octobre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Tome I. 5e série. Novembre 1896. Paris, 1896; 1 vol. in-4°.

Recherches sur les bons vins naturels, leurs qualités hygiéniques et leurs falsifications, par Félix Masure. Orléans, G. Michau et Cie, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Armand Gautier.)

Tables du mouvement de Vesta fondées sur la comparaison de la théorie avec les observations, par M. G. Leveau, Astronome titulaire à l'Observatoire de Paris. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Loi des équivalents et théorie nouvelle de la Chimie, par Gustave Marqfoy. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. H. Bazin, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, Membre associé de l'Académie royale des *Lincei,* etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 broch. in-4°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur Louis Olivier, Docteur ès Sciences. 30 novembre 1896. Paris, Carré et Naud, 1896; 1 vol. in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et M. Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 1er décembre 1896. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Contribution à la flore algologique de la haute Auvergne, par M. Maurice Gomont. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.* Tome XLIII. Séance du 24 juillet 1896.) Paris, 1896; fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Étude sur la nomenclature de la Chimie organique; additions, compléments et nouvelles propositions, par le Dr I. Istrati, Professeur à l'Université de Bucarest. 1896; 1 vol. in-4°.

Das Menschenhirn Studien in der makroskopischen Morphologie, von Gustaf Retzius. Stockholm, 1896; 2 vol. in-4°.

Handbuch der Theorie der linearen Differentialgleichungen, von Professor Dr Ludwig Schlesinger, Privatdocenten an der Universität zu Berlin. Leipzig, B.-G. Teubner, 1895; 2 vol. gr. in-8°. (Présentés par M. Émile Picard.)

National Academy of Sciences. First Memoir: on the Bombycine moths. 1895; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 2 novembre 1896.)

Note de M. *P. Fauvel*, Homologie des segments antérieurs des Amphar étiens :

Page 710, ligne 3, *au lieu de* chez les Ampharete, *lisez* comme chez les Ampharete.

Même page, Tableau, *lisez* diaphragme entre les colonnes IV et V, *au lieu de le lire* entre les colonnes III et IV.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 DÉCEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une forme nouvelle des équations du problème des trois corps.* Note de M. **H. Poincaré**.

« Soient trois corps A, B, C s'attirant d'après la loi de Newton; soient x_1, x_2, x_3 les coordonnées de A; x_4, x_5, x_6 celles de B; x_7, x_8, x_9 celles de C; soit $m_1 = m_2 = m_3$ la masse de A, $m_4 = m_5 = m_6$ celle de B, $m_7 = m_8 = m_9$ celle de C; soit

$$U = \frac{m_1 m_4}{AB} + \frac{m_1 m_7}{AC} + \frac{m_4 m_7}{BC}, \qquad F = \sum \frac{y_i^2}{2m_i} - U.$$

» On sait que les équations du mouvement peuvent s'écrire

$$m_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} = \frac{dU}{dx_i}$$

ou encore sous la forme canonique

$$\frac{dx_i}{dt} = \frac{dF}{dy_i}, \qquad \frac{dy_i}{dt} = -\frac{dF}{dx_i}.$$

» On ne restreint pas la généralité en supposant le centre de gravité fixe, et l'on peut profiter de cette circonstance pour abaisser le nombre des degrés de liberté. Cette réduction peut s'opérer de plusieurs manières. Voici les deux manières qui ont été proposées :

» 1° On peut faire le changement de variables que j'appellerai (γ) et qui est le plus usuel. Il consiste à poser

$$x'_1 = x_1 - x_7, \qquad x'_2 = x_2 - x_8, \qquad x'_3 = x_3 - x_9,$$
$$x'_4 = x_4 - x_7, \qquad x'_5 = x_5 - x_8, \qquad x'_6 = x_6 - x_9,$$
$$y'_i = m_i \frac{dx'_i}{dt}.$$

» Les équations ne conservent plus alors la forme canonique; mais elles deviennent

$$\frac{dx'_i}{dt} = \frac{dF_1}{dy'_i}, \qquad \frac{dy'_i}{dt} = -\frac{dF_1}{dx'_i} \qquad (i = 1, 2, 3),$$
$$\frac{dx'_i}{dt} = \frac{dF_2}{dy'_i}, \qquad \frac{dy'_i}{dt} = -\frac{dF_2}{dx'_i} \qquad (i = 4, 5, 6),$$

où

$$F_1 = \sum \frac{y'^2_i}{2m_i} - \frac{m_1 m_4}{AB} - \frac{m_1(m_1+m_7)}{AC} + \frac{m_1 m_4}{BC^3}(x'_1 x'_4 + x'_2 x'_5 + x'_3 x'_6),$$
$$F_2 = \sum \frac{y'^2_i}{2m_i} - \frac{m_1 m_4}{AB} - \frac{m_4(m_4+m_7)}{BC} + \frac{m_1 m_4}{AC^3}(x'_1 x'_4 + x'_2 x'_5 + x'_3 x'_6).$$

» 2° On peut faire le changement de variables que j'appellerai (β), et qui consiste à poser (en appelant ξ_1, ξ_2, ξ_3 les coordonnées du centre de gravité des deux corps A et C),

$$x'_1 = x_1 - x_7, \qquad x'_2 = x_2 - x_8, \qquad x'_3 = x_3 - x_9,$$
$$x'_4 = x_4 - \xi_1, \qquad x'_5 = x_5 - \xi_2, \qquad x'_6 = x_6 - \xi_3,$$
$$y'_i = m'_i \frac{dx'_i}{dt},$$
$$m'_1 = m'_2 = m'_3 = \frac{m_1 m_7}{m_1 + m_7}, \qquad m'_4 = m'_5 = m'_6 = \frac{m_4(m_1+m_7)}{m_1+m_4+m_7}.$$

» Les équations conservent alors leur forme canonique et s'écrivent

$$\frac{dx'_i}{dt} = \frac{dF}{dy'_i}, \qquad \frac{dy'_i}{dt} = -\frac{dF}{dx'_i},$$

où

$$F = \sum \frac{y_i'^2}{2m_i'} - U.$$

» La forme des intégrales des aires n'est pas non plus altérée.

» Le changement (β) paraît donc très avantageux, mais cependant il n'a pas été adopté jusqu'ici dans la pratique, sans doute parce que la forme de la fonction perturbatrice y est plus compliquée.

» 3° C'est pourquoi je crois devoir appeler l'attention sur un troisième changement de variables que j'appellerai (α). Posons

$$x_1' = x_1 - x_7, \qquad x_2' = x_2 - x_8, \qquad x_3' = x_3 - x_9,$$
$$x_4' = x_4 - x_7, \qquad x_4' = x_4 - x_8, \qquad x_4' = x_4 - x_9,$$
$$y_i' = m_i \frac{dx_i}{dt} \qquad (i = 1, 2, 3, 4, 5, 6).$$

» Avec ce changement de variables :

» 1° La forme canonique des équations ne sera pas altérée ;

» 2° La forme des intégrales des aires ne sera pas non plus altérée ;

» 3° La fonction F deviendra

$$F = \sum \frac{y_i'^2}{2m_i'} - U + \frac{y_1'y_4' + y_2'y_5' + y_3'y_6'}{m_7},$$

en posant, pour abréger,

$$m_1' = \frac{m_1 m_7}{m_1 + m_7}, \qquad m_4' = \frac{m_4 m_7}{m_4 + m_7}.$$

» La forme de la fonction perturbatrice est donc tout aussi simple que dans le cas du changement de variables (γ).

» Pour mieux nous en rendre compte, exprimons tout en fonctions des éléments osculateurs. Soient

$$x_1 = \varphi_1(L, G, \Theta, l, g, \theta),$$
$$x_2 = \varphi_2(L, G, \Theta, l, g, \theta),$$
$$x_3 = \varphi_3(L, G, \Theta, l, g, \theta)$$

les équations du mouvement elliptique, où x_1, x_2, x_3 désignent les coordonnées rectangulaires du point mobile, l l'anomalie moyenne, θ la longitude du nœud, $g + \theta$ celle du périhélie, et où, a, e, i désignant le grand axe, l'excentricité et l'inclinaison, on a

$$L = \sqrt{a}, \qquad G = \sqrt{a(1 - e^2)}, \qquad \Theta = G \cos i.$$

» Posons alors (en appelant β et β′ deux coefficients)

$$\begin{aligned}
x'_1 &= \varphi_1(\mathrm{L}), & x'_2 &= \varphi_2(\mathrm{L}), & x'_3 &= \varphi_3(\mathrm{L}),\\
y'_1 &= \frac{\beta\, d\varphi_1}{\mathrm{L}^3\, dl}, & y'_2 &= \frac{\beta\, d\varphi_2}{\mathrm{L}^3\, dl}, & y'_3 &= \frac{\beta\, d\varphi_3}{\mathrm{L}^3\, dl},\\
x'_4 &= \varphi_1(\mathrm{L}'), & x'_5 &= \varphi_2(\mathrm{L}'), & x'_6 &= \varphi_3(\mathrm{L}'),\\
y'_4 &= \frac{\beta'\, d\varphi_1}{\mathrm{L}'^3\, dl'}, & y'_5 &= \frac{\beta'\, d\varphi_2}{\mathrm{L}'^3\, dl'}, & y'_6 &= \frac{\beta'\, d\varphi_3}{\mathrm{L}'^3\, dl'}.
\end{aligned}$$

» Dans les équations de la première ligne, les fonctions φ dépendent des six variables L, G, Θ, l, g, θ; dans celles de la seconde ligne, elles dépendent de six variables analogues L′, G′, Θ′, l', g', θ′. Ces équations définissent ces douze variables que l'on peut appeler les éléments osculateurs et qui sont très peu différents sans être exactement les mêmes avec les trois changements de variables (α), (β) et (γ).

» La forme canonique des équations n'est pas altérée par ce nouveau changement de variables. On a d'abord

$$\frac{dl}{dt} = \frac{d\mathrm{F}}{\beta\, d\mathrm{L}}, \qquad \frac{d\mathrm{L}}{dt} = \frac{-\,d\mathrm{F}}{\beta\, dl},$$

ainsi que deux équations analogues que l'on obtient en changeant L et l en G et g, et deux autres qu'on obtient en changeant L et l en Θ et θ.

» Avec le changement de variables (γ), il faut, dans ces six équations, changer F en F_1.

» On a ensuite

$$\frac{dl'}{dt} = \frac{-\,d\mathrm{F}}{\beta'\, d\mathrm{L}'}, \qquad \frac{d\mathrm{L}'}{dt} = \frac{-\,d\mathrm{F}}{\beta'\, dl'},$$

ainsi que deux équations analogues que l'on obtient en changeant L′ et l' en G′ et g', et deux autres que l'on obtient en changeant L′ et l' en Θ′ et θ′.

» Dans le cas où l'on adopte le changement de variables (γ), il faut dans ces six équations remplacer F par F_2.

» Il convient de prendre : avec le changement (α)

$$\beta = \frac{m_1 m_7}{\sqrt{m_4 + m_7}}, \qquad \beta' = \frac{m_1 m_7}{\sqrt{m_4 + m_7}},$$

avec le changement (β)

$$\beta = \frac{m_1 m_7}{\sqrt{m_1 + m_7}}, \qquad \beta' = m_4 \sqrt{\frac{m_7 (m_1 + m_7)}{m_1 + m_4 + m_7}},$$

avec le changement (γ)

$$\beta = m_1\sqrt{m_1+m_7}, \qquad \beta' = m_4\sqrt{m_4+m_7}.$$

» Il est aisé alors de comparer la forme des différentes fonctions perturbatrices. Pour cela, je poserai, pour abréger,

$$x'_1 x'_4 + x'_2 x'_5 + x'_3 x'_6 = \psi,$$

et je supposerai ψ exprimé en fonction des douze éléments osculateurs.

» La fonction perturbatrice se composera alors d'une partie principale $-\frac{m_1 m_4}{\mathrm{AB}}$, qui sera la même avec les deux changements (α) et (γ), et d'un terme complémentaire qui sera

$$\frac{\beta\beta'}{m_7 \mathrm{L}^3 \mathrm{L}'^3}\frac{d^2\psi}{dl\,dl'}$$

avec le changement (α),

$$\frac{m_1 m_4}{\mathrm{L}'^6}\frac{d^2\psi}{dl'^2}$$

pour F_1 avec le changement (γ),

$$\frac{m_1 m_4}{\mathrm{L}^6}\frac{d^2\psi}{dl^2}$$

pour F_2 avec le changement (γ).

» On voit que ces trois termes complémentaires peuvent se déduire facilement de l'un d'entre eux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions transcendantes;* par M. **Émile Picard**.

« Dans un Mémoire sur une classe de transcendantes nouvelles (*Acta mathematica,* 1894), j'ai démontré que, étant donnée une substitution *birationnelle* arbitraire relative à m lettres $u, v, \ldots, w$

$$(1)\qquad \begin{cases} u' = \mathrm{R}_1(u, v, \ldots, w), \\ v' = \mathrm{R}_2(u, v, \ldots, w), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ w' = \mathrm{R}_m(u, v, \ldots, w), \end{cases}$$

il existait une infinité de systèmes de m fonctions

$$f(z),\quad \varphi(z),\quad \ldots,\quad \psi(z)$$

uniformes dans tout le plan, n'ayant que des discontinuités polaires, et jouissant des propriétés suivantes : elles admettent une période Ω, et l'on a, par le changement de z en $z+\Omega'$,

$$\begin{aligned} f(z+\Omega') &= R_1[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)], \\ \varphi(z+\Omega') &= R_2[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)], \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \psi(z+\Omega') &= R_m[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)]. \end{aligned}$$

» Pour établir ce résultat, nous avons supposé que la substitution birationnelle (1) était *générale*, c'est-à-dire il n'y avait pas entre ses coefficients certaines relations particulières. Nous avons d'abord admis, ce qui arrive en général, qu'on peut préparer la substitution (1) de telle manière que les R s'annulent pour $u = v = \ldots = w = 0$. On peut alors supposer que le dénominateur commun des R, ordonné suivant les puissances croissantes des variables, a *un* pour premier terme; nous considérons ensuite les racines de l'équation servant à réduire à la forme canonique les termes du premier degré dans les numérateurs des R, et soit

$$(u_1, u_2, \ldots, u_m, \mu_1 u_1, \mu_2 u_2, \ldots, \mu_m u_m)$$

cette forme canonique. Notre analyse suppose (nous posons, comme on peut le faire, $\Omega = \omega' i$, $\Omega' = \omega$, en désignant par ω et ω' des quantités réelles positives) que l'on n'a pas

$$\mu_i = e^{\frac{2\nu\pi\omega}{\omega'}},$$

i étant un des nombres $1, 2, \ldots, m$, pour aucune valeur positive ou négative de l'entier ν, et non plus

$$m = e^{\frac{2\nu\pi\omega}{\omega'}}.$$

» Ces restrictions d'*inégalités* peuvent être levées, et *dans tous les cas on peut trouver des transcendantes jouissant des propriétés indiquées*.

» Je n'entrerai pas ici dans le détail de la discussion; je veux seulement montrer comment on peut tourner la principale difficulté qui se présente. Il résulte des considérations employées (*loc. cit.*) que l'on est ramené à la recherche de fonctions de $f(z)$, $\varphi(z)$, $\ldots$, $\psi(z)$ uniformes à droite de l'axe

des y ($z = x + iy$), admettant la période $\omega' i$, et satisfaisant aux relations

$$(2)\quad \begin{cases} f(z+\omega) = \mu_1 f(z) + Q_1[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)], \\ \varphi(z+\omega) = \mu_2 \varphi(z) + Q_2[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)], \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \psi(z+\omega) = \mu_m \psi(z) + Q_m[f(z), \varphi(z), \ldots, \psi(z)], \end{cases}$$

les Q étant des polynômes en f, φ, ..., ψ ne contenant pas de termes constants ni de termes du premier degré. Lorsqu'on a

$$\mu_t = e^{\frac{2\nu\pi\omega}{\omega'}},$$

on ne peut plus effectuer la série des approximations successives qui me servent à établir l'existence des fonctions f, φ, ..., ψ. Cette difficulté, qui au premier abord paraît réelle, peut facilement être levée de la manière suivante :

» Soit $\lambda(z)$ une fonction doublement périodique de seconde espèce aux multiplicateurs 1 et a (en désignant par a une constante quelconque), telle par conséquent que

$$\lambda(z + \omega' i) = \lambda(z), \qquad \lambda(z+\omega) = a\lambda(z).$$

» Posons

$$f(z) = \lambda(z)\,F(z), \qquad \varphi(z) = \lambda(z)\,\Phi(z), \qquad \ldots, \qquad \psi(z) = \lambda(z)\,\Psi(z),$$

on aura

$$(3)\quad \begin{cases} F(z+\omega) = \frac{\mu_1}{a} F(z) + \lambda(z)\,P_1[F(z), \Phi(z), \ldots, \Psi(z), \lambda(z)], \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \Psi(z+\omega) = \frac{\mu_m}{a} \Psi(z) + \lambda(z)\,P_m[F(z), \Phi(z), \ldots, \Psi(z), \lambda(z)]. \end{cases}$$

» Les équations (3) sont de la même forme que les équations (2), sauf que $\lambda(z)$ y figure, ce qui n'est d'aucune importance pour l'emploi des approximations successives. Mais les multiplicateurs sont devenus

$$\frac{\mu_1}{a}, \quad \frac{\mu_2}{a}, \quad \ldots, \quad \frac{\mu_m}{a},$$

et, comme a est arbitraire, nous n'avons plus de multiplicateurs singuliers; la difficulté signalée a donc disparu. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *La théorie de la confluence des lymphatiques et le développement des ganglions lymphatiques;* par M. L. **Ranvier.**

« Je commencerai par l'exposé de mes conclusions, afin que l'on puisse plus facilement me suivre. *Un ganglion lymphatique est un angiome caverneux lymphatique qui a été d'abord un angiome simple.*

» L'Histologie normale et l'Histologie pathologique sont liées d'une manière intime; elles s'empruntent des notions précieuses. Ce n'est qu'une seule et même science. C'est pour cela que je peux dire qu'un ganglion lymphatique est un angiome caverneux. J'ai montré, dans une Communication antérieure ([1]), que les ganglions mésentériques du porc ont une structure fort simple. Leur description peut être faite en peu de mots, car il n'y a pas lieu d'y faire intervenir ni les sinus, ni les cordons folliculaires. Ils sont formés d'une poche cloisonnée dans laquelle arrivent les lymphatiques afférents et de laquelle partent les efférents. Les cloisons, formées de simples filaments, ne sont autre chose que les parties persistantes de la paroi des lymphatiques à la fin du processus de *cavernisation*. Toutes ces cloisons, ainsi que la face interne de la capsule ganglionnaire, sont tapissées d'endothélium lymphatique. Ce dernier fait est connu depuis longtemps déjà. Je l'ai exposé, ainsi que les méthodes qui conduisent à le reconnaître, dans diverses publications ([2]). Cependant, quelques auteurs persistent à voir dans le tissu conjonctif réticulé des ganglions lymphatiques des cellules étoilées, comme Kölliker, His, Frey, etc. l'ont compris jadis. J'espère que les notions nouvelles que je communique en ce moment entraîneront chez eux une conviction définitive.

» Les follicules globuleux des ganglions mésentériques du porc ont la même structure que le reste du ganglion, avec cette seule différence qu'ils contiennent un réseau très riche de capillaires sanguins. Le tissu réticulé qui les forme a la même origine et la même signification que celui que l'on trouve dans les autres parties de l'organe.

» Les vaisseaux lymphatiques sont constitués longtemps avant l'apparition des ganglions lymphatiques. C'est là un fait d'une très grande importance et qui a été découvert par Breschet ([3]). Breschet n'était pas un his-

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXI, p. 800; 1895.

([2]) Voir mon *Traité technique d'Histologie.*

([3]) Breschet, *Le système lymphatique*, p. 185; 1836.

tologiste. Il est sans doute surprenant que Kölliker ([1]), qui est à la fois un histologiste et un embryologiste, n'ait rien pu nous apprendre de plus sur le développement des ganglions lymphatiques. M. Cuénot ([2]), dans une thèse de doctorat ès Sciences, dit avoir vu dans le mésentère du lapin un ganglion se former sur le trajet d'un vaisseau lymphatique; mais, dans tout cela, il n'y a pas une seule observation microscopique relative au développement, soit des vaisseaux, soit des ganglions lymphatiques.

» Cette année, dans une série de Notes communiquées à l'Académie des Sciences, j'ai exposé les recherches successives que j'ai faites dans le but de combler cette lacune de la Science, et surtout d'arriver, par le développement des lymphatiques, à déterminer la constitution histologique des ganglions. J'y ai édifié la théorie de la confluence et celle du remaniement des vaisseaux une fois formés. Toutes ces notions vont nous servir à comprendre et à expliquer les faits que je vais exposer maintenant. Je ne donnerai pas tous ceux que j'ai observés. Cela m'entraînerait beaucoup trop loin. J'ai utilisé, pour faire ces observations, les embryons de porc et de mouton que l'on se procure très facilement aux abattoirs de Paris. J'en ai eu à ma disposition un nombre très considérable à des périodes très différentes du développement. J'ai noté leur longueur, tout en sachant que cela n'a pas une très grande importance, comme je l'ai déjà fait remarquer ([3]).

» J'ai d'abord vérifié le fait découvert par Breschet; les vaisseaux lymphatiques sont formés, alors qu'il n'y a pas encore un seul ganglion lymphatique. Grâce aux liquides d'injection si pénétrants, que nous avons aujourd'hui à notre disposition, il est facile d'en reconnaître l'exactitude. On pique au hasard, dans la peau du membre abdominal de l'embryon et l'on envoie du bleu de Prusse; les lymphatiques s'injectent. Les tissus étant transparents et mous, presque autant que de la gélatine gonflée dans l'eau, rien n'est plus simple que de les voir et de les suivre par dissection. D'abord pas de ganglions, ni le poplité, ni les inguinaux. A coup sûr, c'est un fait bien curieux que cette absence des ganglions, alors que les lymphatiques sont déjà formés. Cependant il n'y a pas lieu d'en être surpris, si l'on considère que chez les Vertébrés inférieurs dont les vaisseaux lymphatiques ont cependant un très grand développement, il n'y a pas de

([1]) Kölliker, *Embryologie*, p. 410; 1884.
([2]) Cuénot, *Le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale;* 1889.
([3]) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 1105; 1895.

ganglions (¹). Chez eux, le développement du système lymphatique n'est pas allé plus loin. L'Anatomie comparée fourmille de faits analogues.

» La première apparition du ganglion lymphatique se traduit par une tache ou plutôt un petit nodule rouge vif (on dirait une goutte de cire à cacheter au vermillon). Ce nodule qui est formé par un réseau très riche de capillaires sanguins embryonnaires, relativement volumineux, dilatés par place, se trouve au lieu d'élection du futur ganglion, il occupe la surface d'un vaisseau lymphatique. Il correspond à un follicule lymphatique.

» Le follicule étant, dans le ganglion lymphatique, l'organe essentiel, tant au point de vue physiologique qu'au point de vue anatomique, on comprend qu'il soit le premier à se former. On sera peut-être surpris de voir dans le développement d'un organe l'appareil vasculaire de cet organe s'édifier tout d'abord. Pourtant cela ne se produit-il pas ailleurs? Est-ce que les vaisseaux d'un nodule adipeux ne se forment pas avant les cellules adipeuses? Il est sans doute très philosophique de contempler la nature assurant les moyens de nutrition d'un organe avant l'apparition de cet organe. Mais n'y sommes-nous pas habitués? Ne voyons-nous pas les mamelles se gonfler et la lactation se produire avant la naissance des petits? Il s'agit cependant d'un phénomène autrement plus complexe que l'édification d'un réseau capillaire là où se formera bientôt l'organe auquel est nécessaire l'apport du sang.

» Chaque fois que j'ai observé un nodule vasculaire sur un lymphatique, celui-ci m'a paru interrompu. Je suppose, cependant, qu'il y a une phase du développement dans laquelle le nodule n'entrave pas encore le cours de la lymphe. Je n'ai pas pu la saisir. Quoi qu'il en soit, il me paraît certain qu'au niveau du nodule il se produit dans le lymphatique un phénomène de régression qui en détermine l'atrophie partielle. C'est ainsi que le lymphatique, coupé au niveau du nodule, forme deux tronçons dont l'inférieur devient un afférent et le supérieur un efférent. Qu'il se forme un nouveau ganglion sur le trajet de l'efférent, celui-ci constituera l'afférent de ce dernier ganglion. C'est ainsi que s'explique ce fait, que j'ai indiqué dans mon *Traité technique*, que l'efférent d'un ganglion peut être l'afférent d'un autre ganglion. Il y a déjà longtemps, j'en ai rendu témoin le professeur His, qui visitait mon laboratoire : il en parut surpris. Aujourd'hui, il semble bien simple à celui qui adoptera ma manière de voir sur le développement des ganglions lymphatiques.

(¹) Voir ma Note du 7 décembre 1896.

» Après que le lymphatique a été coupé, son segment inférieur se termine par un cul-de-sac. Cela, on le voit avec la plus grande facilité, parce qu'on peut le remplir d'une masse colorée en injectant par piqûre le réseau lymphatique cutané. J'en possède de fort belles préparations.

» Le bourgeon terminal du lymphatique afférent émet bientôt des bourgeons, et ces bourgeons pénètrent dans le nodule vasculaire dont j'ai parlé tout d'abord. C'est alors seulement que le ganglion lymphatique se constitue; mais il n'est pas encore achevé. A cette période de son évolution, il n'est pas entièrement perméable à la lymphe. Le liquide injecté dans l'afférent n'arrive pas à l'efférent.

» C'est un peu plus tard seulement qu'il peut y parvenir après avoir traversé le ganglion lymphatique. On en obtient alors de bonnes préparations histologiques. Les plus belles et les plus démonstratives m'ont été fournies par des embryons de mouton. Les ganglions injectés par les afférents sont placés pendant quelques jours dans une solution de bichromate de potasse à 2 pour 100, puis dans l'alcool ordinaire. On y fait ensuite des coupes que l'on colore à l'éosine. Ce dernier réactif a l'avantage de colorer les globules qui habituellement remplissent les capillaires sanguins, tandis que les capillaires lymphatiques sont dessinés par la masse bleue qui les a pénétrés. J'avèrtis ceux qui répéteront cette expérience que les capillaires lymphatiques contiennent un très grand nombre de cellules lymphatiques que le bleu de Prusse n'a point chassées. Il en résulte que les canaux lymphatiques ne présentent point la régularité que l'on observe d'habitude dans les vaisseaux injectés. Le même aspect se retrouve souvent dans les lymphatiques du réseau cutané, voire même dans les troncules lymphatiques qui se rendent aux ganglions ou qui en partent.

» Ces préparations apprennent d'emblée que le courant de lymphe, qui traverse un ganglion pour aller des afférents aux efférents, suit d'abord des voies canaliculées. C'est la période du développement dans laquelle le ganglion peut être comparé à un angiome simple.

» Il est fort aisé d'observer toutes les phases de la transformation de l'angiome simple en angiome caverneux, le processus de cavernisation se faisant d'une manière graduelle. Il se poursuit et n'est arrêté que par les résistances insurmontables qu'il rencontre. Parmi ces résistances, celle que lui offrent les vaisseaux sanguins mérite surtout de retenir l'attention.

» On sait depuis longtemps (His, Frey) que les capillaires sanguins compris dans les follicules lymphatiques sont entourés d'une seconde tunique, d'une sorte de manteau, duquel se dégagent des fibrilles, fibrilles

qui font partie de l'ensemble de la charpente réticulée. Ce manteau, cela est évident maintenant, n'est autre chose que la paroi du lymphatique ou plutôt des lymphatiques qui sont venus s'accoler au vaisseau sanguin sans pouvoir l'entamer. Les fibrilles sont tout ce qui reste de la paroi des lymphatiques et du tissu conjonctif intermédiaire à la fin du processus de cavernisation.

» Dans le développement des ganglions lymphatiques, il reste un point obscur. Pour y apporter un peu de lumière, je me vois forcé d'avoir recours à la méthode comparative, parce que l'observation directe me paraît complètement impossible. On a vu que l'on peut très facilement injecter les afférents d'un ganglion embryonnaire, mais que la masse d'injection ne traverse pas le ganglion, les voies de communication n'étant pas encore ouvertes. Il en résulte que l'afférent est nettement indiqué et dessiné, mais que l'on ne voit rien de l'efférent. Comment celui-ci pénètre-t-il le ganglion? Il est probable que, tout comme l'afférent, il forme un cul-de-sac, après que le lymphatique a été coupé par le développement du nodule vasculaire, et que de ce cul-de-sac partent des bourgeons creux qui pénètrent le ganglion; mais je n'en ai rien vu. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Les rayons de Röntgen appliqués au diagnostic de la tuberculose pulmonaire.* Note de M. **Ch. Bouchard.**

« Dans une Note précédente [1], j'ai dit que l'épanchement pleurétique arrête en partie les rayons de Röntgen et marque par une teinte sombre, à l'examen radioscopique, le côté malade qui contraste ainsi avec la clarté brillante du côté sain.

» En renouvelant l'étude des cas de pleurésie qui avaient fait l'objet de cette précédente Communication, j'ai vu la teinte claire du sommet du thorax augmenter d'étendue en même temps que l'épanchement se résorbait. Chez l'un des malades, cependant, l'opacité persistait au sommet, tandis qu'une plaque claire apparaissait vers le milieu du côté où manifestement l'épanchement diminuait. Enfin, la résorption de cet épanchement étant presque complète, le sommet restait toujours obscur. Ce fait, qui ne s'était pas observé dans les deux autres cas, me donna à penser qu'il y avait condensation du tissu pulmonaire au sommet du poumon du côté malade. La

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIII, 7 décembre 1896.

percussion et l'auscultation confirmèrent cette prévision et révélèrent l'existence d'une infiltration commençante que l'épanchement avait d'abord masquée. Cette tuberculose pulmonaire avait été révélée par l'examen radioscopique.

» Chez tous les tuberculeux que j'ai examinés à l'aide de l'écran fluorescent, j'ai constaté l'ombre des lésions pulmonaires; son siège était en rapport avec les délimitations fournies par les autres méthodes de l'exploration physique; son intensité était en rapport avec la profondeur de la lésion. Dans deux cas, des taches claires, apparaissant sur le fond sombre, ont marqué la présence de cavernes vérifiées par l'auscultation. Mais dans d'autres cas, où l'auscultation faisait reconnaître l'existence d'excavations, celles-ci n'ont pas été vues à l'examen radioscopique. Chez un malade, les signes généraux et la toux faisaient soupçonner un début de tuberculisation, mais l'examen de l'expectoration ne montrait pas de bacilles, et les signes physiques ne permettaient pas de porter un diagnostic certain. La radioscopie a montré que le sommet de l'un des poumons était moins perméable; et, quelques jours après, l'auscultation comme l'examen bactériologique ne laissaient pas le moindre doute.

» Dans les maladies du thorax, la radioscopie donne des renseignements de tous points comparables à ceux de la percussion. L'air pulmonaire, qui se laisse traverser par les rayons de Röntgen, sert de caisse de renforcement aux bruits de la percussion. Quand l'air est chassé du poumon plus ou moins complètement par un liquide épanché ou par un tissu morbide infiltré, la clarté radioscopique du thorax diminue ou fait place à une obscurité plus ou moins complète et, en même temps, la sonorité normale s'atténue et peut être remplacée par la submatité ou par la matité absolue. »

EXPÉDITION SCIENTIFIQUE. — *Sur la troisième campagne scientifique de la* Princesse Alice; par **S. A. ALBERT Ier**, prince de Monaco.

« Durant cette campagne, commencée au mois de mai pour finir au mois d'août, j'ai poursuivi, dans la Méditerranée et surtout dans l'Atlantique, mes recherches habituelles d'Océanographie et de Zoologie. MM. le capitaine Carr, le Dr Jules Richard, chef des travaux zoologiques de mon laboratoire, Neuville, préparateur au Muséum de Paris, et Melle Jeanne Le Roux, artiste peintre, m'ont donné leur concours.

» J'ai opéré 82 sondages, jusqu'à la profondeur de 5005^m; 19 prises

de température et 9 prélèvements d'échantillons d'eau jusqu'à la même profondeur; 2 extractions des gaz dissous dans l'eau aux profondeurs de 1000^m et de 2700^m; 13 prises d'échantillons d'air dont une aux Açores par l'altitude de 2275^m, et les autres au niveau de la mer, loin des côtes.

» La recherche des gaz dissous a été faite au moyen d'un appareil imaginé par M. le Dr J. Richard (¹). Les prélèvements d'échantillons d'air ont été faits au moyen de ballons vides et scellés de M. Schlœsing.

» Les sondages ont amené la découverte, au voisinage des Açores, d'un banc considérable, que j'ai nommé *Princesse Alice,* et dont voici les principales données :

» Situation géographique : entre { Lat. N. = 31°28′ et 31°41′ ; Long. O. = 37°50′ et 38° }.

» Circonférence : environ 75^{km}.

» Orientation du plus grand diamètre : Nord-Ouest-Sud-Est.

» Profondeur minimum : 76^m et 190^m en deux points culminants. Profondeur moyenne : 252^m.

» Nature du fond : roche et sable volcanique.

» Faune : très abondante, comme espèces et comme individus.

» D'autre part, j'ai opéré jusqu'à la profondeur de 5005^m :

» *Vingt-trois dragages* dont six avec un filet nouveau dont l'ouverture arquée est plus grande que celle des chaluts ordinairement employés et la maille plus large. Il tamise la vase sur le fond même, et permet ainsi de traîner l'appareil plus longtemps dans les grandes profondeurs, où les matériaux encombrants sont rares et où la faune accessible au chalut est peu abondante généralement. Un plus grand nombre de fauberts suspendus à l'intérieur permet de recueillir quelques-uns des petits animaux qui s'échapperaient tous par la largeur des mailles, avec l'écoulement de la vase; d'ailleurs une poche très réduite, en maille serrée, forme le fond du filet et conserve une petite masse de cette vase, incapable de nuire au but de l'appareil.

» *Onze descentes de nasses,* jusqu'à 2676^m, dont quatre par un procédé nouveau que j'emploie pour éviter le traînage de ces engins délicats, sur le fond, pendant le raccordement de leur câble avec une bouée et qui consiste à mouiller ce câble sur un lest convenable, puis à laisser couler, le long de ce guide, la nasse munie de galets en bronze.

Douze descentes de trémail, jusqu'à 2660^m, qui constituent le premier essai, dans les grandes profondeurs, de ce puissant mais délicat engin de pêche littorale.

» *Plusieurs descentes d'hameçons* jusqu'à 1692^m, qui constituent sans doute aussi le premier essai de ce moyen dans une grande profondeur.

(¹) Voir plus loin à la *Correspondance,* p. 1088.

» Une descente d'essai à 1000^m du *filet bathypélagique* Giesbrecht modifié par le Dr Richard.

» Les dragages m'ont donné, dans l'archipel des Açores, et avec beaucoup d'autres organismes, aux profondeurs de 1500^m à 1900^m, les groupes d'organismes suivants :

» Échinides, Stellérides nombreux, Ophiures, Holothuries, Échinothurides. Un très bel exemplaire de *Gyrophyllum Hirondellei* Studer de $0^m,16$; un *Gigantocypris*, des *Corallimorphus* et de nombreux Polypiers : *Flabellum*, *Stephanotrochus*, *Bathyactis*, deux espèces d'*Umbellula* et un *Trichoptilum*. Beaucoup de Crustacés : *Gnathophausia*, *Polycheles*, un Anomoure voisin des *Homalogenus*. Beaucoup de poissons : *Macrurus*, un grand poisson violet voisin des *Bathytroctes*, un poisson remarquable voisin d'*Aphyonus gelatinosus*, tout à fait incolore.

» Entre les Açores et le Portugal, aux profondeurs de 4261^m à 5005^m :

» Un grand nombre d'Échinodermes, en particulier, un beau *Deima*, *Styracaster*, *Thoracaster*, *Dytaster*, *Brisinga*, *Hymenaster*, *Ophiures*, *Elpidia* (?), *Benthodytes*, des Brachiopodes (*Discina*); des Siponcles. Des Crustacés : *Scalpellum*, *Galathodes* d'un blanc mat, Paguriens. Des Poissons : *Macrurus*, *Sternoptyx*, *Neobythites* (?), *Bathygadus*, un *Bathysaurus*, un Céphalopode gélatineux en parfait état (*Cirrotheutis*); des Actinies (*Cereus*).

» Les nasses m'ont donné, à 204^m, sur le banc de la *Princesse Alice :*

» Un *Conger vulgaris* de $1^m,90$ et une *Murœna helena* de $1^m,10$; un Crustacé, *Cancer bellianus* Johnson.

» A 1360^m et dans une seule opération de quarante-trois heures, deux cent vingt-cinq *Simenchelys* et soixante-quatre *Geryon affinis*.

» A 1692^m, trois *Paraliparis* (*P. bathybius?*).

» Le trémail m'a donné, à 1360^m, des Échinodermes : Oursins, Ophiures, *Neomorphaster*, Crinoïdes; des Crustacés : *Polycheles*, Amphipodes; des Poissons : un grand *Bathygadus*, un très singulier *Cyttus*.

» A 1692^m, des Échinodermes : Ophiures, *Neomorphaster*, *Pontaster*, deux *Flabellum;* des Poissons : *Macrurus*, *Centrophorus*.

» A 2660^m, un Crustacé, une Crevette rouge (peut-être nageuse).

» Les hameçons m'ont donné :

» De 76^m à 204^m, sur le banc de la *Princesse Alice*, des Poissons nombreux : *Sebastes dactylopterus* Delaroche, *Pagellus centrodontus* Delaroche, *Lepidopus caudatus* Euphr.

» A 1692^m, des Poissons : une *Chimæra* de $1^m,10$, un *Centrophorus* de $0^m,70$.

» En outre de ces récoltes, j'ai encore obtenu les résultats suivants : Capture de grands Cétacés, dans la Méditerranée : deux *Orca gladiator* ♀

dont l'un mesurait 6^m, un *Grampus griseus* ♂ de $3^m,40$, un *Delphinus delphis*; dans l'Atlantique, un *Grampus griseus* de $2^m,92$, un *Delphinus delphis*. Ces animaux ont fourni le sujet d'observations diverses et les matériaux de nombreuses préparations.

» La recherche de leurs parasites a fait constater qu'un Cirrhipède singulier du genre *Xenobalanus* vit en parasite, non seulement sur les *Globiceps*, comme on semblait le croire jusqu'ici, mais encore sur les Orques, les *Grampus* et même sur les Dauphins.

» Le contenu de leur estomac a été conservé.

» Au voisinage des Açores, on a pris dix-sept Tortues (*Thalassochelys caretta*) pesant de 3^{kg} à 34^{kg}. La plus petite a été remise dans la mer avec une médaille de cuivre indiquant le nom du navire, la date et le point du lâcher.

» M. Neuville a fait, à bord, l'étude de certaines parties du système circulatoire des Sélaciens, au moyen d'injections colorées.

» Je signalerai encore un incident remarquable dans la migration des oiseaux : du 4 au 6 juin, entre Monaco et la Corse, des centaines d'hirondelles se sont posées sur mon navire, et le soir du 4, notamment, il en a pénétré environ 80 dans l'intérieur, jusque dans la chambre des machines, dans la chaufferie et dans les laboratoires. Le lendemain elles venaient toutes prendre des mouches entre les doigts des marins et restaient ensuite posées sur leurs épaules.

» Il y avait en même temps sur le pont un grand nombre d'autres oiseaux beaucoup moins familiers. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place de Membre-Artiste, actuellement vacante au Bureau des Longitudes.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 52,

M. Paul Gautier obtient.	51 suffrages.
M. Fenon »	1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 49,

M. Fenon	obtient	48	suffrages.
M. Carpentier	»	1	»

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. **Paul Gautier**.
En seconde ligne.	M. **Fenon**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. P. **Bonytand** adresse un Mémoire « Sur les chutes des cours d'eau en pays de plaines ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Mascart, Schlœsing.)

M. A. **Marx** adresse un Mémoire en deux parties, intitulé « L'éther, principe universel des forces : 1° Électrostatique; 2° Électrodynamique ».

(Commissaires : MM. Boussinesq, Poincaré, Sarrau.)

M. **Tarry** adresse, par l'entremise de M. Janssen, quelques numéros autographiés de la nouvelle publication périodique « Bulletin international pour la prédiction des crues et inondations ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, à laquelle M. Janssen est prié de s'adjoindre.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *R. du Ligondès*, intitulé « Formation mécanique du système du Monde ».

M. **Bouchard** appelle l'attention de l'Académie sur l'Ouvrage intitulé : « Le Cerveau humain », qui lui a été adressé par M. *Retzius*, de l'Académie royale des Sciences de Suède.

« Cet Ouvrage monumental, qui ne contient pas moins de 96 planches, est consacré à la morphologie du cerveau de l'homme, depuis la période fœtale jusqu'à l'âge adulte. On peut signaler, comme particulièrement digne d'intérêt, l'étude du développement des circonvolutions, où se trouvent précisées les conditions suivant lesquelles se produisent les variétés si nombreuses des sillons et des circonvolutions. Cette étude porte sur la comparaison de cent cerveaux d'adultes. »

ASTRONOMIE. — *Nouveau micromètre à double image, particulièrement approprié à la mesure des petits diamètres*. Note de M. **G. Bigourdan**, communiquée par M. Lœwy.

« Les expériences de Laugier ([1]) ont montré, depuis longtemps, qu'on juge mieux de la perfection du contact entre deux disques identiques, fournis, par exemple, par un prisme à double image, qu'entre un disque et un fil. Aussi, dans la mesure des diamètres des planètes, a-t-on préféré souvent les micromètres à double image aux micromètres filaires; et l'on connaît tout le parti qu'Arago a tiré, pour cette mesure des diamètres, d'abord du micromètre de Rochon, puis de son propre micromètre ([2]).

» Dans la disposition définitive de son micromètre, Arago employait une série de prismes biréfringents, placés entre l'œil et l'oculaire, et dont l'*angle d'écart* entre le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire variait d'un prisme au suivant, de 30″ en 30″, ou même de 15″ en 15″.

» Avec cette disposition, il est nécessaire d'avoir un grand nombre de pareils prismes; en outre, il y a discontinuité de l'un à l'autre, ce qui est évidemment désavantageux à plus d'un point de vue.

» Ces inconvénients sont évités avec la disposition suivante qui constitue, principalement pour la mesure des petits diamètres, un micromètre simple, peu coûteux et susceptible de s'adapter instantanément à un oculaire quelconque.

» Le nouveau micromètre se compose essentiellement de deux cris-

---

([1]) *Expériences sur la sensibilité de l'œil dans les pointés astronomiques* (*Astr. Nachrichten*, t. XLVIII, p. 81; 1857).

([2]) *Œuvres*, t. XI, p. 223, 245 et *Astronomie populaire*, t. II, p. 73 et suiv.

taux biréfringents, par exemple de deux rhomboèdres de spath d'Islande placés l'un devant l'autre, exactement comme pour répéter la célèbre expérience des rhomboèdres superposés d'Huygens : le faisceau incident d'intensité I, qui est supposé formé de lumière naturelle tombant normalement sur la face d'entrée du premier cristal, se bifurque et se dédouble en deux autres d'égale intensité $\frac{I}{2}$, mais polarisés à angle droit. En traversant de même le second cristal, chacun des faisceaux polarisés se dédouble à son tour en deux autres, qui sont généralement inégaux, et dont les intensités varient suivant la loi de Malus; de sorte que le faisceau incident fournit d'ordinaire quatre images, mais qui se réduisent parfois à deux, et même à une seule quand, les sections principales étant parallèles, les cristaux sont tournés en sens contraires. Si ces quatre images sont reçues sur un écran perpendiculaire aux rayons incidents, quand on tourne les prismes l'un par rapport à l'autre, ces images occupent constamment les sommets d'un parallélogramme dont les angles varient, mais dont les côtés restent de même longueur; et ce parallélogramme devient un losange quand les deux cristaux, supposés de même nature, ont la même épaisseur : un tel système de deux cristaux biréfringents, d'égale épaisseur, et placés entre l'œil et l'oculaire, constitue notre micromètre.

» Au lieu de rhomboèdres de spath d'Islande, qui se rayent très facilement et qui auraient dû être assez épais, j'ai employé deux prismes achromatiques de cristal de roche. Le premier de ces prismes (celui que rencontre d'abord la lumière venant de l'objectif), est fixe sur l'oculaire; quant au second, il peut tourner devant le premier, dans un plan perpendiculaire à l'axe optique de la lunette, et sa rotation est mesurée par une alidade mobile sur un petit cercle divisé.

» Pour fixer les idées, dirigeons la lunette sur une étoile simple d'éclat I, et amenons le prisme mobile dans la position où les quatre images se réduisent à une seule. Puis, à partir de cette position initiale, faisons tourner le prisme mobile d'un angle quelconque α; on aura quatre images égales deux à deux, c'est-à-dire deux couples d'étoiles doubles dans chacun desquels les composantes ont même éclat : pour abréger, nous désignerons ces couples par les lettres A et B. Les éclats des composantes et leurs distances sont respectivement les suivants :

Éclats........ couple A : $\frac{I}{2}\cos\alpha$, couple B : $\frac{I}{2}\sin\alpha$;

Distances..... couple A : $2a\sin\frac{\alpha}{2}$, couple B : $2a\cos\frac{\alpha}{2}$;

dans ces dernières expressions, qui sont faciles à établir, a est le côté du losange formé par les quatre images.

» On voit que tant que α est assez petit, par exemple ne dépasse pas 20°, l'éclat de chacune des composantes du couple A est peu inférieur à $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire sensiblement égal à celui que donneraient l'héliomètre ou un micromètre à oculaire coupé; et il est à peine nécessaire de faire remarquer combien les qualités optiques des images doivent être meilleures.

» On voit aussi que la distance $\left(2a \sin \frac{\alpha}{2}\right)$ est une petite fraction de a, de sorte que l'erreur commise dans la détermination de cette constante a sera beaucoup réduite : c'est un avantage que ne présente pas le micromètre d'Arago.

» Si, au lieu d'une étoile, on considère un astre ayant un diamètre assez petit par rapport à a, on pourra amener à être tangents extérieurement, les deux disques correspondant au couple A et, cette condition étant remplie, le diamètre cherché aura pour expression $a \sin \frac{\alpha}{2}$. D'ailleurs, pour déterminer la lecture qui correspond au zéro, il suffira d'obtenir cette tangence successivement de chaque côté, ce qui donnera le double de l'angle α.

» Quelques essais, faits sur les satellites de Jupiter, ont donné d'excellents résultats pour la mesure des diamètres ; mais, jusqu'ici, j'ai surtout employé ce petit instrument pour dédoubler l'image d'une étoile et pour suivre ainsi, à toute heure du jour, l'état si variable des images des astres. Une étoile double, assez serrée eu égard au pouvoir séparateur de l'objectif employé, constitue, en effet, un *criterium* excellent, peut-être même le meilleur, pour apprécier cet état des images; mais il n'existe pas de couple *naturel* d'étoiles doubles qui remplisse les conditions voulues d'éclat de distance, de hauteur au-dessus de l'horizon, etc. Le micromètre que je viens de décrire lève complètement la difficulté, car il permet de former, avec une étoile quelconque, un couple aussi serré qu'il est nécessaire; même il permet d'exprimer en nombres cet état d'images. Dans cet ordre de recherches, il m'a conduit à des résultats que je ferai connaître prochainement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de Taylor*. Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Picard.

« J'ai indiqué récemment dans les *Comptes rendus* (5 octobre 1896) une méthode pour la recherche des singularités d'une fonction sur son cercle de convergence; quelques applications de cette méthode font l'objet d'un Mémoire en cours de publication dans le *Journal de Mathématiques* (1); voici d'autres résultats qui se déduisent immédiatement de formules données dans ce Mémoire.

» Considérons une série de Taylor

$$\sum a_n z^n,$$

admettant un rayon de convergence fini; nous appellerons *fonction entière associée*, la fonction

$$\sum \frac{a_n z^n}{n!}.$$

» Lorsqu'on donne au module de z une valeur fixe r, le module de cette fonction entière atteint son maximum absolu pour une valeur ω de l'argument, que nous supposerons unique, pour plus de netteté, et que nous appellerons *argument principal pour le module r*. Cela posé, on a les théorèmes suivants :

» I. *Pour qu'une série de Taylor n'admette que des points singuliers isolés sur son cercle de convergence, il est nécessaire que, lorsque r augmente indéfiniment, l'argument principal pour le module r de la fonction entière associée tende vers une ou plusieurs limites déterminées.*

» Chacune de ces limites est d'ailleurs l'argument d'un point singulier de la fonction donnée sur son cercle de convergence.

» II. *Pour qu'une série de Taylor* N'ADMETTE PAS *son cercle de convergence comme coupure,* IL EST NÉCESSAIRE *que l'on puisse assigner un nombre r_0, tel que, l'argument principal de la fonction associée, pour les valeurs de r qui dépassent r_0, soit constamment compris dans un intervalle fixe d'étendue inférieure à 2π.*

---

(1) *Sur les séries de Taylor qui admettent leur cercle de convergence comme coupure*, 4e fasc.; 1896.

» On en conclut que, si les coefficients sont *quelconques*, le cercle de convergence est une coupure. Dire que les coefficients sont *quelconques*, c'est, en effet, dire que (sauf la condition qui résulte de ce que le rayon de convergence est donné) les valeurs des n premiers coefficients n'ont aucune influence sur les valeurs des suivants. Or, on voit très aisément que, pour r très grand, les coefficients dont le rang n'est pas compris entre $\sqrt{r}$ et r^2 n'ont qu'une influence très faible sur les grandes valeurs du module de la fonction associée; on peut donc dire que l'argument principal [1] pour le module r ne dépend que des coefficients dont le rang est compris entre $\sqrt{r}$ et r^2; donc, si les coefficients sont *quelconques*, les arguments principaux prendront, lorsque r croîtra, toutes les valeurs possibles, et le cercle de convergence sera une coupure.

» Ces résultats confirment des idées très intéressantes émises récemment par M. Fabry dans les *Annales de l'École Normale;* ils prouvent de plus qu'il y a lieu, dès maintenant, de poser le problème suivant, dont l'énoncé seul montre que toute tentative faite pour mettre, à la base de l'Analyse, *la série de Taylor, considérée a priori*, est au moins prématurée : *Étant donnée une série de Taylor, à quelles conditions déterminées doivent satisfaire les coefficients pour que le cercle de convergence* NE SOIT PAS *une coupure?* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. **J. Le Roux**, présentée par M. Darboux.

« Les théories générales demandent à être appuyées par un certain nombre d'applications particulières qui en font ressortir l'intérêt et l'utilité.

» C'est ce qui m'encourage à présenter à l'Académie quelques remarques sur une équation simple se rapprochant, par ses propriétés, de l'équation d'Euler et de Poisson, ou des équations plus générales du type

$$\text{(A)} \qquad \frac{d^2 z}{dx\,dy} - \frac{\psi(y)}{x-y}\frac{dz}{dx} + \frac{\varphi(x)}{x-y}\frac{dz}{dy} = 0.$$

---

(1) Dans certains cas, une très petite variation du module de la fonction pourrait modifier notablement l'argument principal, si pour deux arguments différents la fonction avait des modules voisins; il est aisé de compléter, pour ces cas exceptionnels, les énoncés donnés plus haut et de constater qu'il n'y a rien de modifié à nos conclusions.

» Cette équation est la suivante

$$(B)\qquad \frac{d^2 z}{dx\,dy} - \frac{1}{x-a}\frac{dz}{dx} + \frac{\varphi(x)}{x-a}\frac{dz}{dy} = 0,$$

a désignant une constante quelconque qu'on pourrait supposer égale à zéro. Elle admet une intégrale dépendant d'un paramètre arbitraire α autre qu'un facteur constant

$$z(x, y, \alpha) = e^{\frac{y-y_0}{\alpha-a} + \int_{x_0}^{x} \frac{\varphi(x)\,dx}{\alpha-x}}.$$

» L'intégrale $z(x, y, \alpha)$ possède la caractéristique singulière accidentelle $x = \alpha$, et la singularité est de même nature que celle de la fonction d'*une seule variable*

$$e^{\int_{x_0}^{x} \frac{\varphi(x)\,dx}{\alpha-x}}.$$

» Le rapport

$$z(x, y, \alpha) : e^{\int_{x_0}^{x} \frac{\varphi(x)\,dx}{\alpha-x}}$$

est, pour $x = \alpha$, une solution de l'équation

$$\frac{\partial z}{\partial y} - \frac{1}{x-a} z = 0,$$

qu'on obtient en considérant le premier membre de (B) comme un polynome en $\frac{\partial}{\partial x}$ et $\frac{\partial}{\partial y}$, et en prenant la dérivée par rapport à $\frac{\partial}{\partial x}$.

» La caractéristique $x = a$, qui est singulière pour les coefficients, ne l'est plus pour $y(x, y, \alpha)$. *L'existence d'une certaine singularité accidentelle supprime ou modifie la singularité propre.*

» M. Darboux a fait voir que l'intégration générale des équations de la forme de Laplace revient au calcul d'une intégrale particulière, définie par des conditions initiales parfaitement déterminées. Cette fonction fondamentale est représentée dans le cas des équations (B) par la formule

$$z(x, y, x_0, y_0) = \frac{1}{2\pi i}\int e^{\frac{y-y_0}{\alpha-a} + \int_{x_0}^{x} \frac{\varphi(x)\,dx}{\alpha-x}} \frac{x_0 - a}{(\alpha - x_0)(\alpha - a)}\,d\alpha,$$

où l'on suppose que l'intégrale par rapport à α est évaluée, dans le sens positif, suivant un contour fermé simple renfermant la ligne $\overline{x_0 x}$ sans la couper, mais ne contenant pas le point a. On pourrait également l'évaluer dans le sens négatif autour du point a, le contour d'intégration laissant

alors à l'extérieur la ligne $\overline{x_0 x}$. Dans la fonction $z(x, y, x_0, y_0)$ les lettres x, y, x_0, y_0 doivent être remplacées par x_0, y_0, x, y, pour retrouver les notations de M. Darboux.

» Un cas particulièrement intéressant, c'est celui où $\varphi(x)$ se réduit à une constante β :

$$(C) \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y} - \frac{1}{x-a}\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{\beta}{x-a}\frac{\partial z}{\partial y} = 0.$$

On a, dans ce cas,

$$z(x, y, \alpha) = e^{\frac{y-y_0}{\alpha-a}}\left(\frac{x-\alpha}{x_0-\alpha}\right)^{-\beta}.$$

et, en supposant par exemple $\left|\frac{x-x_0}{x-a}\right| < 1$:

$$z(x, y, x_0, y_0) = \frac{x_0-a}{x-a}\sum\left(\frac{y-y_0}{x-a}\right)^n \frac{1}{1.2.3.n} \mathrm{F}\left(n+1, 1-\beta, 1, \frac{x-x_0}{x-a}\right),$$

F désignant la série hypergéométrique de Gauss.

» Cette fonction $z(x, y, x_0, y_0)$ peut être regardée comme le cas limite de la fonction de M. Appell

$$\mathrm{F}_2\left(1, 1-\beta, k, 1, 1, \frac{x-x_0}{x-a}, \frac{1}{k}\frac{y-y_0}{x-a}\right),$$

pour k infini.

» Il existe d'autres intégrales analogues à $z(x, y, x_0, y_0)$ et qui peuvent servir d'éléments pour le développement en série des intégrales holomorphes de (C).

» Pour que l'équation (B) soit intégrable par la méthode de Laplace, il faut et il suffit que $\varphi(x)$ soit un nombre entier (positif, nul ou négatif). Ce résultat se généralise facilement. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les intégrales quadratiques des équations de la Dynamique*. Note de M. G. di Pirro, présentée par M. Appell.

« Dans une Note, publiée aux *Comptes rendus* du 9 mars 1893, M. Stäckel a indiqué une classe de problèmes de Mécanique, dont les équations différentielles jouissent de la propriété remarquable d'admettre des intégrales homogènes quadratiques orthogonales par rapport aux vitesses.

» Mais on ne sait pas si une semblable propriété appartient à cette

classe seule, ou si elle est commune à d'autres problèmes. Pour cette raison, je me suis proposé de rechercher directement les cas de mouvement, dans lesquels il existe des intégrales de la forme considérée.

» Dans ce but, j'envisage un système matériel, assujetti à des liaisons indépendantes du temps, les forces qui agissent sur ce système dérivant d'une fonction de force $U(q_1, q_2, \ldots, q_n)$, où $q_1, q_2, \ldots, q_n$ sont les paramètres qui définissent la position du système.

» Je suppose que la force vive $2T$ soit réduite à la forme

$$2T = \sum_{r=1}^{n} a_{r0} q_r'^2 \qquad \left(q_r' = \frac{dq_r}{dt}\right)$$

et je demande sous quelles conditions, à côté de l'intégrale des forces vives

$$H = T - U = h\,(\text{const.}),$$

il existe une deuxième intégrale de la même forme

$$H_1 = T_1 - U_1 = \alpha_1\,(\text{const.}),$$

où

$$T_1 = \sum_{r=1}^{n} a_{r1}(q_1, q_2, \ldots, q_n) q_1'^2, \qquad U_1 = U_1(q_1, q_2, \ldots, q_n).$$

» Ces conditions sont exprimées par l'équation identique

$$(HH_1) = 0,$$

d'où l'on déduit aisément les systèmes

$$(1) \qquad \begin{cases} a_{s1} = a_{s0} . \Theta_s^{(1)}\ (\text{non } q_s), \\ a_{s0} = (\Theta_s^{(1)} - \Theta_r^{(1)}) \mathfrak{z}_{rs}\ (\text{non } q_r) \qquad (r, s = 1, 2, \ldots, n,\ r \neq s), \end{cases}$$

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 (\Theta_r^{(1)} - \Theta_s^{(1)}) U}{\partial q_r \, \partial q_s} = 0.$$

» Les fonctions $\Theta_s^{(1)}$ sont arbitraires et ne contiennent pas la variable q_s; les $\mathfrak{z}_{rs}$, aussi arbitraires, ne contiennent pas q_r.

» On démontre que les formules de M. Stäckel forment une solution de ces équations; alors, comme on sait, il y a n intégrales quadratiques orthogonales.

» Mais il faut observer que ces formules ont une signification seulement dans l'hypothèse

$$\Theta_r^{(1)} \neq \Theta_s^{(1)},$$

car, si l'on supposait que

$$\Theta_r^{(1)} = \Theta_s^{(1)},$$

on tomberait sur des cas exceptionnels.

» Ce sont ces cas qui forment l'objet de mes considérations. En supposant, pour plus de généralité, que

$$\Theta_1^{(1)} = \Theta_2^{(1)} = \Theta_3^{(1)} = \ldots = \Theta_r^{(1)} = \Theta_s^{(1)} \text{ (non } q_1, q_2, \ldots, q_r),$$

on parvient, en vertu des équations (1) et (2), au résultat suivant :

» Désignons par Φ le déterminant

$$\Phi = \begin{vmatrix} \varphi_{r1}(q_1, q_2, \ldots, q_r) & \varphi_{r2}(q_1, q_2, \ldots, q_r) & \ldots & \varphi_{r,n-r+1}(q_1, q_2, \ldots, q_r) \\ \varphi_{r+1,1}(q_{r+1}) & \varphi_{r+1,2}(q_{r+1}) & \ldots & \varphi_{r+1,n-r+1}(q_{r+1}) \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \varphi_{n1}(q_n) & \varphi_{n2}(q_n) & \ldots & \varphi_{n,n-r+1}(q_n) \end{vmatrix},$$

où $\varphi_{r1}, \varphi_{r2}, \ldots$ de la première ligne sont des fonctions arbitraires de $q_1, q_2, \ldots, q_r$; et les φ_{ks} des autres lignes sont des fonctions arbitraires de l'argument indiqué.

» Soient

$$\Psi_s(q_1, q_2, \ldots, q_r) \qquad (s = 1, 2, \ldots, r-1)$$
$$f_r(q_1, q_2, \ldots, q_r), \quad f_{r+1}(q_{r+1}), \quad f_{r+2}(q_{r+2}) \quad \ldots, \quad f_n(q_n)$$

d'autres fonctions, aussi arbitraires, des arguments indiqués.

» Ces notations posées, on peut énoncer le théorème :

» *Si l'expression de la force vive est réductible à la forme*

$$2\text{T} = \sum_{h=1}^{r-1} \Psi_h \frac{\Phi}{\Phi_{r1}} q_h'^2 + \sum_{k=r}^{n} \frac{\Phi}{\Phi_{k1}} q_k'^2,$$

et si la fonction de force est définie par la formule

$$\text{U} = \frac{\Phi_{r1} f_r(q_1, q_2, \ldots, q_r)}{\Phi} + \sum_{k=r+1}^{n} \frac{\Phi_{k1}}{\Phi} f_k(q_k) = \frac{f_r(q_1, q_2, \ldots, q_r)}{a_{r0}} + \sum_{k=r+1}^{n} \frac{f_k(q_k)}{a_{k0}},$$

alors, au surplus de l'intégrale des forces vives, il existe aussi $n - r$ autres intégrales homogènes quadratiques orthogonales de la forme

$$\text{T}_s - \text{U}_s = \alpha_s \qquad \text{(constante)},$$

où

$$\left.\begin{array}{l} T_s = \dfrac{\Phi\Phi_{r,s+1}}{\Phi_{r1}^2} \displaystyle\sum_{h=1}^{r-1} \Psi_h q_h'^2 + \sum_{k=r}^{n} \dfrac{\Phi\Phi_{k,s+1}}{\Phi_{k1}^2} q_k'^2 \\ U_s = \dfrac{\Phi_{r,s+1} f_r(q_1, q_2, \dots, q_r)}{\Phi} + \displaystyle\sum_{k=r+1}^{n} \dfrac{\Phi_{k,s+1}}{\Phi} f_k(q_k) \end{array}\right\} \quad [s = 1, 2, \dots, (n-r)].$$

» Pour $r = 1$, on tombe sur la classe indiquée par M. Stæckel. Pour

$$r = 2, 3, \dots, n - 1$$

on obtient, en correspondance, $n - 2$ classes différentes de problèmes, pour lesquelles il existe non seulement l'intégrale de la force vive, mais aussi

$$n - 2, n - 3, \dots, 3, 2, 1$$

intégrales quadratiques orthogonales. »

M. **Appell** fait remarquer que les résultats donnés par M. di Pirro doivent être rapprochés de ceux de M. Lévi Civita qui a formé des classes de ds^2 admettant $(n-1)$, $(n-2)$, ... 2 ou 1 intégrales quadratiques. Ces ds^2 et leurs intégrales ne sont pas nécessairement réductibles à la forme orthogonale; ceux qui jouissent de cette propriété rentrent, comme cas particuliers, dans la classe indiquée par M. di Pirro.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la tension longitudinale des rayons cathodiques.* Note de M. **Colard**, présentée par M. Poincaré.

« *Hypothèses.* — 1° Le rayon est constitué par un transport de molécules chargées négativement; 2° le champ électrique est négligeable dans l'espace considéré.

» M. Poincaré (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 530) a montré que, dans les hypothèses ci-dessus, la trajectoire des molécules chargées, dans un champ magnétique rayonnant de l'origine des axes, est donnée par les équations

$$\frac{\dfrac{d^2x}{dt^2}}{y\dfrac{dz}{dt} - z\dfrac{dy}{dt}} = \frac{\dfrac{d^2y}{dt^2}}{z\dfrac{dx}{dt} - x\dfrac{dz}{dt}} = \frac{\dfrac{d^2z}{dt^2}}{x\dfrac{dy}{dt} - y\dfrac{dx}{dy}} = \frac{\lambda}{r^3},$$

λ étant une constante.

» Si M est la masse matérielle du rayon par unité de longueur, et $-i$ le courant électrique correspondant au transport des charges négatives des molécules le long du rayon; Q la masse magnétique à l'origine, on aura

$$\lambda = \frac{-Qi}{M}.$$

» En désignant par *lm* et *n* les cosinus directeurs de l'intensité du champ magnétique, et par H l'intensité du champ au point considéré, on aura donc

$$\frac{\frac{d^2x}{dt^2}}{m\frac{dz}{dt} - n\frac{dy}{dt}} = \frac{\frac{d^2y}{dt^2}}{n\frac{dx}{dt} - l\frac{dz}{dt}} = \frac{\frac{d^2z}{dt^2}}{l\frac{dy}{dt} - m\frac{dx}{dt}} = \frac{-iH}{M}.$$

» On voit immédiatement que ces équations existent quel que soit le champ magnétique.

» Il en résulte d'ailleurs immédiatement que

$$\sum \frac{dx}{dt}\frac{d^2x}{dt^2} = 0$$

ou

$$V = \text{constante},$$

si V est la vitesse des molécules chargées.

» Si nous désignons par s l'arc de la trajectoire, on aura donc

$$ds = V\,dt,$$

et, en prenant ds comme variable au lieu de dt, les équations du rayon deviennent

$$\frac{\frac{d^2x}{ds^2}}{m\frac{dz}{ds} - n\frac{dy}{ds}} = \frac{\frac{d^2y}{ds^2}}{m\frac{dx}{ds} - l\frac{dz}{ds}} = \frac{\frac{d^2z}{ds^2}}{l\frac{dy}{ds} - m\frac{dx}{ds}} = \frac{-iH}{MV}.$$

» Or, j'ai trouvé, pour représenter la forme d'équilibre d'un conducteur filiforme parfaitement flexible, portant le courant i, et placé dans le champ magnétique (*Éclairage électrique,* 13 avril 1895, p. 65), le même système d'équations; seul le dernier membre en différait : il y était égal à

$$-\frac{iH}{F},$$

où F est la tension longitudinale du fil.

» On voit donc qu'un rayon cathodique se propageant dans un champ magnétique s'infléchit de façon à prendre la forme d'équilibre d'un conducteur parfaitement flexible, portant le même courant; ce conducteur serait le siège d'une tension longitudinale égale à la quantité de mouvement du rayon cathodique par unité de longueur.

» D'ailleurs, comme cette quantité de mouvement est numériquement égale à la masse matérielle traversant la section du rayon pendant l'unité de temps, elle est constante sur toute la trajectoire, en vertu de la loi de continuité du courant moléculaire. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques erreurs admises comme vérités en électromagnétisme.* Note de M. **Vaschy**.

« L'application du principe de la conservation de l'énergie à un phénomène physique n'offre aucune difficulté lorsqu'on est sûr de connaître complètement les travaux et les variations d'énergie (calorifique, chimique, électrique, force vive, etc.) qui interviennent dans ce phénomène. La formule à appliquer se réduit à

$$\delta\mathfrak{T} + \delta W = 0,$$

δW désignant, par exemple, la somme des accroissements d'énergie d'un système de corps A, et $\delta\mathfrak{T}$ la somme des travaux effectués par ce système sur les corps extérieurs pendant le même temps, aucun autre échange d'énergie que $\delta\mathfrak{T}$ ne s'effectuant d'ailleurs entre le système A et l'extérieur.

» C'est ainsi que l'on calcule l'expression de l'énergie électrique et celle de l'énergie magnétique d'un système d'aimants quand on connaît l'expression du travail des forces électriques et magnétiques, car il n'intervient pas forcément d'autre travail ou variation d'énergie. Mais ces deux cas particuliers ne doivent pas servir de modèles pour calculer l'énergie d'un champ magnétique créé par des courants, car dans le circuit d'un courant il intervient inévitablement un accroissement d'énergie calorifique dont on doit tenir compte. Bien des auteurs commettent néanmoins dans ce calcul des erreurs graves, que je me propose de signaler en partie dans cette Note.

» Voici un exemple de raisonnement incorrect :

» Premier cas : *Déplacement relatif d'un aimant et d'un courant constant* I;

calcul de leur energie relative. — Ce déplacement crée un accroissement dW d'énergie relative, égal et de signe contraire au travail des forces électromagnétiques. Donc : « l'énergie potentielle relative du courant I dans » un champ magnétique est la même que celle du système magnétique » (aimant) par rapport au courant, c'est-à-dire $-I\varphi$, φ désignant le flux » de force émis par le champ dans la face négative du courant ». Soit $W = -I\varphi$.

» Dans ce raisonnement, on néglige la chaleur RI^2t dégagée par le courant; la formule de W est fausse.

» Deuxième cas : *Même déplacement; calcul de la force électromotrice induite.* — Ici on néglige, au contraire, la variation de l'énergie relative W calculée ci-dessus : « L'excès de l'énergie chimique sur l'énergie calori- » fique, ou l'énergie disponible, représente alors le travail extérieur dT, » ce qui donne

$$(EI - RI^2)\,dt = dT. \text{ »}$$

Comme $dT = I\,d\varphi$, la force électromotrice induite a pour formule : $e = -\frac{d\varphi}{dt}$.

» Ce raisonnement, qui manque de rigueur, mais dont le résultat est expérimentalement exact, est dû au génie de Helmholtz. Il a généralement été admis comme rigoureux. La vérification expérimentale prouve que l'*énergie relative* W, que l'on a négligée, *est nulle et non égale à* $-I\varphi$, ce qui se démontre aussi par un calcul exact de W.

» On remarquera combien les deux raisonnements précédents, relatifs à une même expérience et exposés dans un même Ouvrage, sont contradictoires par le choix des énergies dont il plaît de tenir compte contrairement au principe de la conservation de l'énergie.

» *Autre exemple.* — Par un choix analogue entre les énergies qui devraient intervenir, on démontre que l'énergie relative de deux courants I et I′ a pour formule $W = -MII'$.

» Un peu plus loin, on déduit de la théorie de l'induction électromagnétique l'expression correcte de la même énergie $W = +MII'$.

» Prenons encore, dans deux autres Ouvrages, un raisonnement fondé sur l'analogie des courants et des feuillets magnétiques (analogie perfide) et appliqué au calcul de l'énergie relative d'un courant I et d'un système A d'autres courants. La formule trouvée, qui est fausse, est

$$W = -I\varphi \qquad (-IQ \text{ et } -i\mathfrak{N}),$$

φ étant le flux d'induction magnétique du système A à travers le contour du courant I. De là résulte, dans le cas de deux courants I et I', $W = - MII'$.

» Quant à l'énergie intrinsèque du champ du courant I, elle a été calculée, dans l'un des Ouvrages, comme *devant* être égale à l'intégrale de $+ LI dI$, ce qui donne $+\frac{1}{2}LI^2$; dans l'autre, comme étant l'intégrale de $- LI dI$, soit la valeur négative $-\frac{1}{2}LI^2$. Mais, dans ce dernier, un autre calcul de la même énergie rétablit la valeur $+\frac{1}{2}LI^2$.

» Ces exemples suffiront. Ils sont tirés d'Ouvrages très répandus et jouissant d'une grande autorité, notamment dans l'enseignement industriel et même scientifique. Pour faire disparaître les méthodes de raisonnement que l'on vient de voir, il suffira de les signaler à l'attention des savants. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'anhydride sélénique*. Note de M. **René Metzner**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai montré, dans une précédente Communication [1], que l'action de l'eau sur l'acide sélénique monohydraté pouvait s'exprimer par les relations thermiques suivantes :

(*a*) SeO^3, H^2O liq. + H^2O liq. = $SeO^3, 2H^2O$ liq. ..... $+ 9^{Cal},1$

et

(*b*) SeO^3, H^2O liq. + eau = SeO^3 dissous .... $+16^{Cal},8$

» L'hydratation de l'acide sulfurique donne, dans les mêmes conditions,

(*a*)' SO^3, H^2O liq. + H^2O liq. = $SO^3, 2H^2O$ liq. .... $+ 9^{Cal},0$

et

(*b*)' SO^3, H^2O liq. + eau = SO^3 dissous .... $+16^{Cal},2$

» L'analogie est frappante, et l'on est conduit tout naturellement à penser que la similitude commence dès la fixation de la première molécule d'eau. Or, la quantité de chaleur qui correspond à cette fixation est facile à calculer pour l'acide sulfurique.

» On sait, en effet, qu'on a

	Cal
$S + O^3 = SO^3$ sol.	$+103,6$
$H^2 + O = H^2O$ sol.	$+ 70,6$

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 998.

et

$$S + O^4 + H^2 = SO^4H^2 \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +193,8$$

» Si donc l'on pose

$$SO^3 \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} = SO^4H^2 \text{ sol.} + u,$$

on a pour u la valeur

$$u = 193,8 - (103,6 + 70,6) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad = + 19,6$$

» Si donc l'on admet que ce nombre représente aussi la chaleur de fixation de la première molécule d'eau sur l'anhydride sélénique et si l'on se reporte à la relation précédemment établie :

$$Se + O^4 + H^2 = SeO^4H^2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +128^{Cal},86$$

on en déduit, pour la chaleur de formation inconnue x de l'anhydride sélénique,

$$x = 128,86 + 3,45 - (70,6 + 19,6) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad = 42^{Cal},1$$

c'est-à-dire un nombre plus faible que la chaleur de formation de l'acide sélénieux à partir de ses éléments. De sorte qu'on aurait

$$SeO^2 + O = SeO^3 \text{ sol.} + 42,1 - 56,8 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -14^{Cal},7$$

» Ce nombre est certainement très approché; s'il était très petit, les déductions précédentes n'apprendraient rien; mais sa grande valeur absolue permet d'affirmer la nature endothermique de l'anhydride sélénique à partir de l'acide sélénieux et de l'oxygène, et explique que jusqu'ici on n'ait pas réussi à l'isoler.

» Ce résultat pouvait d'ailleurs se prévoir par la comparaison des équations

$$SeO^2 + O + H^2O = SeO^4H^2 \text{ liq} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 3^{Cal},06$$

et

$$SO^2 + O + H^2O = SO^4H^2 \text{ liq} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +54^{Cal},4$$

et la connaissance du peu de stabilité que présente l'anhydride sulfurique soumis à l'action de la chaleur.

» Ce caractère endothermique, on le retrouve très nettement quand on traite l'acide sélénique monohydraté par l'anhydride phosphorique, suivant le procédé qui a permis à M. Berthelot de préparer l'anhydride azotique.

» Il y a déshydratation, car la masse s'échauffe, bien qu'on opère avec

des matières refroidies, et qu'on effectue lentement le mélange; mais, si l'on essaye à tout hasard de séparer l'anhydride sélénique par l'application de la chaleur, on n'obtient qu'un résultat négatif, ce qui est dû : 1° à ce que l'anhydride sélénique est vraisemblablement peu volatil; 2° précisément à ce fait qu'il se sépare facilement en ses éléments : acide sélénieux et oxygène.

» L'opération était faite dans un appareil en verre d'une seule pièce, chauffé au bain d'huile et vide d'air, de manière : 1° à éviter tout échauffement local; 2° à opérer à aussi basse température que possible. Dans ces conditions, jusque vers 200°, on n'observe rien; mais, vers 210°-220°, il se produit un dégagement tumultueux d'oxygène qui ne s'arrête pas alors qu'on interrompt l'action de la chaleur. Il distille en même temps un peu d'acide sélénieux : c'est bien là le caractère de décomposition d'une substance endothermique (¹) ».

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Analyse du cuivre industriel par voie électrolytique* (²); *dosages de l'arsenic, de l'antimoine, du soufre et des métaux étrangers*. Note de M. A. **Hollard**, présentée par M. Arm. Gautier.

« *Dosage de l'arsenic et de l'antimoine.* — La liqueur de laquelle on a précipité le cuivre par électrolyse (³) est évaporée au bain de sable jusqu'à ce qu'il ne reste plus que quelques gouttes d'acide sulfurique. Après refroidissement, on reprend par 1^{cc} ou 2^{cc} d'acide chlorhydrique additionné d'eau, et l'on chauffe un peu, afin de tout dissoudre. La dissolution, occupant un volume de 200^{cc} environ et portée à 70°-75°, est soumise à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré. On fait passer ce gaz jusqu'à complet refroidissement. On laisse reposer vingt-quatre heures.

» L'arsenic et l'antimoine se trouvent en totalité dans le précipité des sulfures. Il contient, en outre, le plomb qui ne s'est pas déposé sur la spirale pendant l'électro-

(¹) Travail fait au laboratoire de M. A. Ditte, à la Sorbonne.

(²) Voir *Comptes rendus* du 7 décembre 1896. On retrouvera, dans cette méthode d'analyse, quelques éléments des méthodes de Hampe et de Classen, ainsi qu'il a été déjà dit, p. 1003 de ce Volume.

(³) Pour le dosage des impuretés du cuivre, il faut agir sur 10^{gr} au moins de métal. Après qu'on a séparé le cuivre par électrolyse (*voir* p. 1003), toutes ses impuretés restent dans le liquide.

L'arsenic, étant mauvais conducteur du courant, arrête l'électrolyse aussitôt qu'une petite couche de ce métalloïde a recouvert la cathode (Expériences de M. Moissan; *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XII, p. 501); de là l'impossibilité qu'il y a d'appliquer l'analyse électrolytique au dosage de ce corps.

lyse du cuivre, et du cuivre si cette électrolyse n'avait pas été poussée assez loin. Ce précipité est séparé par filtration de la liqueur où restent le fer, le nickel et le cobalt.

» On lave les sulfures insolubles avec une solution d'acide sulfhydrique, puis on traite à chaud par du sulfure d'ammonium fraîchement préparé. On filtre, et la solution filtrée, contenant la totalité de l'arsenic et de l'antimoine, est évaporée à sec au bain-marie. Le résidu est chauffé doucement avec de l'acide chlorhydrique étendu et du chlorate de potasse. Lorsque l'odeur des composés chlorés a disparu à peu près, on ajoute au liquide de l'acide tartrique et de l'ammoniaque, on filtre et l'on précipite l'arsenic par la mixture magnésienne. Le précipité d'arséniate ammoniaco-magnésien est redissous dans l'acide chlorhydrique, reprécipité par l'ammoniaque avec addition de quelques gouttes du réactif magnésien, et enfin pesé. Le liquide ammoniacal, débarrassé d'arsenic et contenant tout l'antimoine, est additionné d'acide chlorhydrique jusqu'à réaction acide, puis traité par un courant d'hydrogène sulfuré, filtré et lavé comme il a été dit plus haut. Le précipité de sulfure d'antimoine est dissous dans une solution concentrée de sulfure de sodium, de densité 1,2, préparée d'après les indications de Classen (¹). Cette solution, introduite dans un verre de Bohême, est additionnée de 5^{cc} d'une solution de soude à 12,5 pour 100 pour un volume de 70^{cc} à 80^{cc} et soumise à l'action d'un courant de 0,18 ampère. On fera bien de ne pas dépasser ce volume afin d'avoir un dépôt électrolytique sur une petite surface de la cathode, en raison des faibles proportions d'antimoine à déposer. Au bout de douze heures, le dépôt d'antimoine est complet; on le lave à l'eau et à l'alcool, et on le sèche comme il a été dit à propos de l'électrolyse du cuivre (²).

» *Dosage du nickel et du cobalt* (*par électrolyse en solution de sulfate double ammoniacal*) *et dosage du fer par le permanganate*. — Le liquide, débarrassé du cuivre par électrolyse, de l'arsenic et de l'antimoine par l'hydrogène sulfuré, est chauffé jusqu'à élimination du gaz sulfhydrique. On peroxyde ensuite le fer par addition d'acide nitrique et ébullition de la liqueur. Celle-ci est évaporée à sec au bain de sable jusqu'à l'apparition de fumées blanches d'acide sulfurique. Après refroidissement, on dissout le résidu dans l'eau; on obtient ainsi une solution de sulfates de nickel, de cobalt et de fer contenant un petit excès d'acide sulfurique. Cette solution est additionnée des quantités d'ammoniaque et de sulfate d'ammoniaque nécessaires pour l'obtention du dépôt électrolytique. A cet effet, on verse une quantité mesurée d'ammoniaque pure ordinaire jusqu'à neutralité de la liqueur; on ajoute encore un petit

---

(¹) Classen, *Analyse électrolytique quantitative*, 2ᵉ édition, p. 198.

(²) Si l'électrolyse du cuivre n'avait pas été poussée assez loin, les petites quantités de ce métal restées dans la liqueur se retrouveraient *au moins en partie dans le sulfure de sodium, dans lequel le sulfure de cuivre n'est pas complètement insoluble*. Cette solubilité, moins marquée que celle du sulfure de cuivre dans le sulfure d'ammonium, est, cependant, très appréciable et peut fausser les résultats d'un dosage électrolytique d'antimoine, comme l'ont prouvé nos essais : de petites quantités de sulfure de cuivre ont été traitées par du sulfure de sodium de densité 1,2; après filtration, la liqueur a été soumise à l'électrolyse dans les mêmes conditions que l'antimoine et a donné, sur le cône, un dépôt de cuivre métallique.

excès de ce réactif pour précipiter le fer; on fait bouillir; on filtre le peroxyde de fer et, pour le débarrasser des oxydes de nickel et de cobalt entraînés, on le redissout dans le moins possible d'acide sulfurique, et sa solution est reprécipitée par une nouvelle quantité d'ammoniaque mesurée; on filtre : le fer sera dosé volumétriquement par le permanganate de potasse.

» Toutes les eaux contenant le nickel et le cobalt sont réunies. Elles sont additionnées d'ammoniaque et d'acide sulfurique, s'il y a lieu, de façon à contenir, pour 100^{cc} de liquide, 8^{cc} à 11^{cc} d'ammoniaque combinée à l'acide sulfurique et 12^{cc} à 20^{cc} d'ammoniaque libre. On soumet alors à l'électrolyse la solution ainsi préparée avec un courant de 0,48 ampère. Au bout de douze heures, le nickel et le cobalt se sont entièrement déposés sur le cône relié au pôle. On lave et l'on sèche celui-ci, comme il a été dit précédemment. Si l'on désire avoir isolément les teneurs en nickel et en cobalt, on les sépare et dose par les méthodes connues.

» *Dosage de l'argent* (*par électrolyse*). — Si le cuivre primitif était riche en argent, on dissout le cuivre déposé électrolytiquement sur le cône; nous savons qu'il contient la totalité de l'argent. Dans le cas contraire, on dissout une nouvelle prise de 10^{gr} à 50^{gr} de cuivre, suivant sa teneur présumée en argent, dans de l'acide nitrique. La solution nitrique, filtrée s'il y a lieu, et contenant l'argent, est précipitée à l'état de chlorure; le précipité, filtré et lavé, est redissous dans de l'ammoniaque, puis reprécipité par l'acide nitrique, refiltré et relavé. Enfin le chlorure d'argent est dissous dans du cyanure de potassium à 2 pour 100 et cette solution, soumise à un courant de $0^{amp},025$ à $0^{amp},035$. Au bout de douze heures la précipitation est complète. Les lavages, séchage et pesée se font comme pour le cuivre.

» *Dosage du plomb* (*par électrolyse*). — Une nouvelle prise de 10^{gr} de cuivre est attaquée par de l'acide nitrique étendu contenant 50^{cc} *d'acide nitrique à* 36° B. Le liquide, filtré s'il y a lieu, et étendu à 350^{cc} est soumis à l'électrolyse, le cône de platine étant relié au pôle + et la spirale au pôle —. L'intensité du courant doit être de $0^{amp},3$. Au bout de douze heures, le plomb s'est *intégralement* précipité sur le cône à l'état de PbO^2 hydraté en un dépôt très adhérent, brun ou noir suivant l'épaisseur, tandis que le cuivre s'est déposé en partie sur la spirale. Le cône est alors plongé successivement dans deux vases remplis d'eau distillée, puis introduit dans une étuve que l'on chauffe à 120°, point qu'on maintient durant une demi-heure. Dans ces conditions, le bioxyde de plomb est complètement déshydraté; il suffit de multiplier son poids par le facteur 0,866 pour avoir le poids correspondant au plomb métallique. Les dosages sont tout à fait exacts.

» *Dosage du soufre* (*à l'état de sulfate de baryum*). — On attaque de 5^{gr} à 20^{gr} de cuivre, suivant sa richesse en soufre, par de l'eau régale chargée d'acide nitrique, et l'on dose le soufre dans la liqueur par les méthodes connues. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons antimoniotungstiques*. Note de M. **L.-A. Hallopeau**, présentée par M. Troost.

« Parmi les combinaisons mixtes que forme l'acide tungstique avec les acides minéraux, il existe deux groupes bien distincts. Le premier est con-

stitué par les silicotungstates, à côté desquels il faut placer les platinotungstates et les zirconotungstates; j'ai fait connaître quelques-unes des combinaisons zirconotungstiques dans une précédente Communication. Le second groupe est formé par les phosphotungstates et les arséniotungstates.

» J'ai constaté que l'acide antimonique était aussi susceptible de donner des combinaisons définies avec l'acide tungstique; c'est ce qui résulte des expériences suivantes :

» *Antimoniotungstate de potasse.* — L'hydrate antimonique, préparé en précipitant par l'acide chlorhydrique une solution de bimétaantimoniate de potasse, se dissout facilement dans une solution bouillante de paratungstate de potasse; l'ébullition doit être prolongée pendant plusieurs heures en présence d'un excès d'hydrate antimonique. La liqueur filtrée laisse cristalliser immédiatement de l'antimoniotungstate de potasse; ce sel, beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid, se purifie facilement par cristallisations successives.

» Les résultats de cinq analyses successives conduisent à la formule

$$4TuO^3, 3Sb^2O^5, 3K^2O + 16H^2O,$$

que l'on peut encore écrire

$$2TuO^3, 3SbO^3K + 8H^2O.$$

» Cet antimoniotungstate de potasse est différent, comme on le voit, du composé

$$12TuO^3, 4Sb^2O^5, 6K^2O + 25H^2O,$$

signalé par Gibbs dans l'action du biantimoniate de potasse sur le tungstate acide de potasse.

» Concentrées dans le vide sur l'acide sulfurique, les eaux-mères de la cristallisation de ce corps laissent déposer d'abord de nouveaux cristaux d'antimoniotungstate; puis, lorsque le liquide est arrivé à consistance presque sirupeuse, il s'y forme des octaèdres volumineux, légèrement violacés, très efflorescents, de métatungstate de potasse. Au microscope on remarque parfois, à côté de ces octaèdres, de fines aiguilles; d'après Scheibler, ce mélange d'octaèdres et d'aiguilles se produit fréquemment dans les cristallisations de métatungstate de potasse.

» Pour réussir la préparation de l'antimoniotungstate de potasse, la principale condition est de maintenir sensiblement neutre, pendant l'ébullition, le mélange d'hydrate antimonique et de paratungstate. Si l'hydrate antimonique employé retenait encore une petite quantité de l'acide chlorhydrique ayant servi à le précipiter, il faudrait avoir soin de neutraliser cet acide chlorhydrique par de la potasse avant de commencer l'opération.

» L'antimoniotungstate de potasse se présente sous la forme de petites masses bothryoïdes, composées chacune d'une infinité de cristaux prismatiques, mâclés, très réfringents, agissant très énergiquement sur la lumière polarisée, et présentant des extinctions à 28° de l'axe d'allongement; ces cristaux se conservent à l'air sans altération. Ils perdent, à 100°, 6 molécules d'eau, soit 4,10 à 4,55 pour 100 (théorie 4,40); la calcination les décompose en tungstate de potasse, acide tungstique et antimoniate acide.

» La fusion de l'antimoniotungstate de potasse avec un excès de carbonate de soude détermine le dégagement d'une proportion constante d'acide carbonique, qui est de 17,90 à 18,26 pour 100 parties de sel anhydre. La perte d'acide carbonique serait théoriquement de 17,90 pour 100 pour la réaction suivante :

$$4TuO^3, 3Sb^2O^5, 3K^2O + 10(CO^2, Na^2O)$$
$$= 3(TuO^3, K^2O) + TuO^3, Na^2O + 3(Sb^2O^5, 3Na^2O) + 10CO^2.$$

» La perte considérable d'acide carbonique, observée pendant la fusion de l'antimoniotungstate de potasse avec un excès de carbonate de soude, peut donc s'expliquer par la formation d'un antimoniate trisodique $Sb^2O^5, 3Na^2O$, analogue au phosphate trisodique $P^2O^5, 3Na^2O$ et à l'arséniate trisodique $As^2O^5, 3Na^2O$.

» Lorsqu'on reprend par l'eau bouillante le produit de la fusion, il reste une poudre cristalline d'antimoniate acide de soude

$$Sb^2O^5, Na^2O + 6H^2O.$$

» Ce sont des cristaux prismatiques, fréquemment mâclés, agissant très faiblement sur la lumière polarisée, et présentant des extinctions obliques; ils ne commencent à perdre de l'eau qu'à une température supérieure à 100°.

» L'antimoniotungstate de potasse est décomposé par les acides chlorhydrique, sulfurique, nitrique, qui déterminent dans ses solutions la formation d'acide tungstique jaune, lentement à froid, et plus rapidement à l'ébullition.

» L'acide sulfhydrique le décompose également en précipitant non seulement de l'antimoine, mais aussi du tungstène.

» Les sels métalliques donnent dans les dissolutions d'antimoniotungstate de potasse des précipités insolubles.

» *Acide antimoniotungstique.* — En décomposant par l'acide chlorhy-

drique l'antimoniotungstate d'argent, préalablement bien lavé, on obtient une solution d'acide antimoniotungstique; si l'on a eu soin d'éviter l'emploi d'un excès d'acide chlorhydrique, cette dissolution peut être évaporée dans le vide sur l'acide sulfurique sans subir de décomposition. Le résidu de l'évaporation est une masse vitreuse parfaitement limpide. Bien desséché dans le vide, cet acide vitreux n'éprouve aucune perte de poids à 100°; sa composition serait alors représentée par la formule

$$4TuO^3, 3Sb^2O^5, 3H^2O + 8H^2O.$$

» *Analyse.* — L'analyse de ces composés se fait assez facilement en précipitant la solution d'antimoniotungstate par le nitrate mercureux. Il se forme, dans ces conditions, un précipité blanc jaunâtre d'antimoniotungstate mercureux, tandis que la base reste en solution; par calcination de l'antimoniotungstate mercureux, on obtient un mélange d'acide tungstique et d'antimoniate d'oxyde d'antimoine Sb^4O^8. Pour déterminer cet antimoniate, il suffit de fondre le mélange avec un excès de cyanure de potassium et de reprendre par l'eau la masse fondue, suivant la méthode indiquée par Talbot pour la séparation du tungstène et de l'étain; l'antimoine se trouve ainsi réduit à l'état métallique et peut être pesé sur un filtre taré.

» En résumé, l'hydrate antimonique est susceptible de se combiner à l'acide tungstique pour former des combinaisons antimoniotungstiques, qui doivent être placées à côté des combinaisons phosphotungstiques et arséniotungstiques ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les sulfures de cobalt et de nickel.* Note de M. G. **Chesneau**, présentée par M. A. Carnot.

« En étudiant l'action des polysulfures alcalins sur les solutions métalliques, j'ai obtenu, avec les sels de cobalt et de nickel, des résultats différant assez de ceux qui ont été publiés à ce sujet, notamment par M. de Koninck et M. Villiers ([2]), pour qu'il y ait intérêt à les faire connaître : ils semblent, en effet, de nature à éclaircir quelques particularités que présente la précipitation de ces métaux à l'état de sulfures.

» *Cobalt.* — Le premier de ces auteurs mentionne seulement que le sulfure cobalteux est complètement insoluble dans le sulfure d'ammonium, et un peu soluble dans le polysulfure sodique qui prend alors une teinte

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1263 et t. CXX, p. 46 et 735.

brun noir très intense; le second, que le sulfure cobalteux est insoluble dans les sulfures alcalins et soluble seulement à l'état de traces dans ceux-ci, quand ils sont très polysulfurés.

» J'ai constaté que le monosulfure sodique pur (dissous à raison de 1^{mol} par litre d'eau) donne, avec le chlorure cobalteux, un précipité complètement insoluble dans le monosulfure sodique. La même solution sodique, saturée de soufre à la température ordinaire (et contenant environ $3^{éq},7$ de soufre pour $1^{éq}$ de sodium) donne, dans le chlorure cobalteux en excès, un précipité noir se rassemblant bien qui, lavé et mis en digestion dans un grand excès de monosulfure sodique, lui cède seulement un peu de soufre en le colorant légèrement en jaune, tandis qu'il se dissout très notablement, en lui donnant une teinte brun noir très foncée, dans le sulfure sodique saturé de soufre. Celui-ci arrive ainsi à tenir en dissolution, à la température ordinaire, jusqu'à 6^{gr} de cobalt par litre (soit environ $1^{éq}$ de cobalt pour $10^{éq}$ de sodium). Cette dissolution, très oxydable, se conserve indéfiniment sans altération à l'abri de l'air; ni l'ébullition prolongée, ni l'addition de sulfate de soude concentré n'en précipite le sulfure de cobalt. Le chlorhydrate d'ammoniaque le précipite au contraire, mais simplement parce que le polysulfure de sodium saturé est lui-même décomposé par ce sel avec production d'un abondant dépôt de soufre.

» En plaçant ce sulfure de cobalt en excès dans des solutions de sulfure sodique à teneur croissante en soufre, j'ai constaté que la solubilité du sulfure de cobalt est presque nulle, dès que le polysulfure s'écarte de la saturation, ainsi que le montre le Tableau suivant (dressé d'après des analyses faites sur 25^{cc} à 50^{cc} de solution filtrée) :

Sulfure alcalin dissous (1 molécule par litre).	Cobalt dissous par litre.
	gr
Na^2S	»
$Na^2S + S$	0,100
$Na^2S + 2S$	0,278
$Na^2S + 2,7S$	6,000

» La solubilité n'est plus que de $1^{gr},37$ de cobalt par litre dans les solutions demi-normales du polysulfure alcalin saturé, et de $0^{gr},36$ dans les solutions au $\frac{1}{10}$.

» La rapide diminution de solubilité de ce sulfure de cobalt, dès que le polysulfure sodique s'éloigne de la saturation en soufre ou est dilué, suffit à expliquer les divergences entre les observations des auteurs cités plus haut et les miennes.

» Le sulfure cobalteux CoS se dissout également dans le polysulfure sodique saturé, mais beaucoup moins que le précédent ($0^{gr},35$ de cobalt dissous par litre). Cette différence de solubilité m'a amené à rechercher

si le précipité obtenu avec le sulfure sodique saturé de soufre ne constitue pas un véritable persulfure de cobalt.

» Sa grande oxydabilité à l'état sec m'a forcé à faire l'analyse du précipité encore humide et lavé rapidement à l'abri de l'air. Le précipité a été attaqué par l'eau régale, et le soufre dosé en partie à l'état libre, en partie à l'état de sulfate de baryum; le cobalt a été ensuite pesé à l'état de monosulfure, par la méthode de Rivot. Deux opérations différentes m'ont donné des compositions presque identiques, correspondant l'une à $CoS^{4,57}$, l'autre à $CoS^{4,50}$. Le précipité pouvant d'ailleurs retenir du soufre entraîné, j'ai recommencé ces analyses sur des précipités mis en digestion pendant une semaine dans un grand excès de monosulfure sodique (200^{cc} de solution normale pour 1^{gr} environ de précipité), afin d'enlever tout au moins le soufre non combiné au cobalt.

» Le précipité ainsi traité retenant avec énergie le sulfure sodique, je n'ai pas cherché à l'en débarrasser complètement par lavage, mais, après dosage du soufre total et du cobalt comme ci-dessus, j'ai complété l'analyse en recherchant dans le résidu le sodium, qui, pesé à l'état de sulfate, m'a permis de déduire du soufre total celui qui correspond au monosulfure sodique retenu par le précipité. Deux opérations distinctes m'ont donné les résultats suivants :

	I.	II.
Cobalt........................	$0^{gr},233$	$0^{gr},313$
Soufre combiné au cobalt......	$0^{gr},457$	$0^{gr},596$

» Traduits en formules, ces résultats donnent : $CoS^{3,60}$ pour la première opération, $CoS^{3,50}$ pour la seconde. Ils conduisent donc à admettre pour ce persulfure de cobalt la formule Co^2S^7, d'un degré de sulfuration supérieur aux autres sulfures de cobalt décrits jusqu'à présent.

» L'évaporation, dans le vide, de la solution saturée de persulfure de cobalt dans le polysulfure sodique, fournit des lamelles cristallines d'un noir brillant, déliquescentes, solubles dans l'eau et l'alcool absolu, dont je n'ai pu faire l'analyse, à cause de l'impossibilité de les séparer exactement du sulfure alcalin en excès.

» Les polysulfures de potassium et d'ammonium donnent des résultats semblables : néanmoins le persulfure de cobalt paraît moins soluble dans ce dernier que dans le polysulfure sodique.

» *Nickel.* — D'après M. de Koninck, le sulfure NiS est insoluble dans le monosulfure d'ammonium pur (qu'il colore seulement en liqueur très étendue) et soluble en brun noir dans les polysulfures ammonique et sodique, ce que cet auteur attribue à la formation d'un sulfonickelate correspondant à un sulfure de nickel supérieur à NiS. D'après M. Villiers, le sulfure de nickel est soluble dans le monosulfure sodique pur.

» En opérant comme pour le cobalt, j'ai constaté que le polysulfure de sodium

saturé de soufre donne avec $NiCl^2$ un précipité noir de composition $NiS^{4,4}$, très notablement soluble ($0^{gr},990$ de Ni dissous par litre) en brun noir dans le monosulfure sodique qui, par suite, ne peut servir à le débarrasser du soufre en excès. Il est, en revanche, très peu soluble ($0^{gr},078$ de Ni dissous par litre) dans le sulfure sodique saturé de soufre : cette solution filtrée est à peine plus foncée que le sulfure alcalin seul. Quant au sulfure nickeleux, j'ai trouvé, comme M. Villiers, qu'il se dissout aisément dans le monosulfure sodique ($1^{gr},37$ de Ni dissous par litre de solution normale, qui prend une teinte brun noir).

» *Conclusions*. — En résumé, il ressort de mes recherches que les polysulfures alcalins, saturés de soufre à froid, donnent dans les sels cobalteux un persulfure noir de composition Co^2S^7, insoluble dans les monosulfures alcalins, soluble, au contraire, dans ces sulfures saturés de soufre. Les sels nickeleux donnent, dans les mêmes conditions, un persulfure noir paraissant correspondre à celui de cobalt, mais, à l'inverse de ce dernier, à peine soluble dans le polysulfure sodique et, au contraire, notablement soluble dans le monosulfure. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau procédé de dosage de la glycérine.* Note de MM. **F. Bordas** et **Sig. de Raczkowski**, présentée par M. Schützenberger.

« Ayant eu l'occasion d'expérimenter la méthode de M. Nicloux pour le dosage de petites quantités d'alcool, nous y avons apporté une modification qui en fait un procédé très rapide.

» La méthode de M. Nicloux repose sur la réaction suivante :

» Si dans une solution très diluée d'alcool, $\frac{1}{500}$ à $\frac{1}{300}$, on ajoute une solution de bichromate de potasse à 20^{gr} par litre puis de l'acide sulfurique, l'alcool est oxydé, le bichromate passe à l'état de sel de chrome. Si le bichromate n'est pas en excès la solution est vert bleuâtre, couleur du sulfate de sesquioxyde de chrome étendu; si, au contraire, il est en très petit excès cette solution est vert jaunâtre. La différence de teinte est très appréciable.

» Pour effectuer un dosage, il verse, dans des tubes à essais, 5^{cc} de chacune des solutions types d'alcool suivantes : $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{666}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{1500}$, $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{3000}$. Il ajoute dans chacun de ces tubes 2^{cc} à 3^{cc} d'acide sulfurique concentré, puis respectivement 2^{cc}, $1^{cc},5$, 1^{cc}, etc. d'une solution de bichromate de potasse à 20^{gr} par litre. Toutes les liqueurs ainsi obtenues sont vert jaunâtre. Il répète l'expérience en prenant cette fois $\frac{1}{10}$ en moins de bichromate, soit $1^{cc},9$, $1^{cc},4$, $0^{cc},9$, etc. Les liqueurs sont vert bleuâtre. Cela fait il opère de la même façon sur l'échantillon à essayer. Il obtient ainsi deux séries de tubes, contenant les divers types et la solution alcoolique parmi lesquels il cherche les deux tubes, de l'une et de l'autre de ces séries, dont les teintes se correspondent. Le tube de la

série des types fournit le titre alcoolique de la solution essayée. Si le titre de l'échantillon dépasse $\frac{1}{3000}$ il se dilue pour l'examen dans les limites dans lesquelles sont compris les types.

» Notre modification porte sur la suppression de ces solutions titrées d'alcool en employant une solution de bichromate de potasse à 21^{gr} par litre, dont 1^{cc} correspond exactement à $0^{o},1$ d'alcool absolu pour 100 en volume de solution alcoolisée, l'essai portant également sur 5^{cc} de cette dernière, additionnés de 2^{cc} d'acide sulfurique. Le nombre de centimètres cubes ou de dixièmes de centimètre cube nécessaires pour obtenir une liqueur verte représente donc le titre alcoolique de la solution.

» Nous avons pensé qu'on pourrait doser la glycérine par le même réactif.

» Si l'on fait agir le bichromate de potasse sur la glycérine en présence d'acide sulfurique, il se forme, comme on le sait, de l'acide formique, de l'acide carbonique. En comparant les poids atomiques de la glycérine et du bichromate de potasse 92 et 295, ainsi que les proportions pour lesquelles la réaction est complète, on voit que 1 partie de glycérine correspond à 9,62 de bichromate. Opérant sur 5^{cc} d'une solution étendue de glycérine, si l'on emploie une solution de bichromate à 48^{gr} par litre, 1^{cc} correspondra à 0,005 de glycérine, c'est-à-dire à 1 pour 1000 de solution glycérinée.

» Nous opérons comme pour le dosage de l'alcool, le titre de solution de bichromate seul change. Le nombre de centimètres cubes de solution de bichromate nécessaire pour obtenir une liqueur verte représente la quantité de glycérine contenue dans 1^{lit} de solution à essayer; $0^{cc},1$ en moins ou en plus donnant respectivement des teintes vert bleuâtre et vert jaunâtre, la teinte limite est très facile à apprécier.

» Les essais que nous avons faits sur des solutions titrées de glycérine pure ont pleinement confirmé l'hypothèse que nous faisions pour des teneurs comprises entre 0^{gr}, 1^{gr} et 2^{gr} par litre. Au delà de ces limites, il est nécessaire de concentrer ou de diluer la liqueur, la réaction n'étant plus assez sensible par suite de la trop faible ou trop forte intensité des teintes.

» Ce procédé de dosage de la glycérine nécessite évidemment sa sépation dans les liquides qui la contiennent. Nous dirigeons nos recherches dans ce sens, mais, comme le mode de dosage que nous venons d'indiquer est indépendant de celui de la séparation, nous en ferons l'objet d'une nouvelle Note dans laquelle nous indiquerons les résultats obtenus dans les vins, bières, cidres, vinaigres., etc, etc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dibromo* 1-3 *propène*. Note de M. **R. Lespieau**, présentée par M. Friedel.

« En distillant un mélange d'anhydride phosphorique et de dibromhydrine symétrique de la glycérine, on obtient de l'acide bromhydrique, de

la tribromhydrine et de l'épidibromhydrine β : $CHBr = CH - CH^2Br$. Ce dernier composé est un liquide incolore, irritant vivement les yeux et la peau. Sa densité à 0° est 2,097. Refroidi à — 75°, il se congèle pour fondre ensuite vers — 52°. Il bout à 155°-156°. Son poids moléculaire, déduit d'une mesure cryoscopique faite en solution acétique, a été trouvé égal à 200, ce qui est le nombre théorique.

» Ce bromure ne se rencontre pas dans les produits résultant de l'attaque de la tribromhydrine de la glycérine par la potasse.

» Soumis à l'action de l'acétate de potassium en solution acétique, il fournit une acétine bouillant à 175°-177°. En saponifiant celle-ci, on arrive à l'alcool $CHBr = CH - CH^2OH$, liquide bouillant à 169° 170° et dont la densité à 0° égale 1,59. L'éther méthylique de cet alcool bout à 127°, l'éther éthylique à 145°.

» Tous ces composés fixent facilement deux atomes de brome, en donnant des liquides distillables sous pression réduite; cependant, avec l'éther méthylique, même à froid, il y a aussi formation de dérivés de substitution, et, pendant la distillation du produit brut, on voit apparaître quelques cristaux. On les purifie par cristallisation dans un mélange d'acétone et de ligroïne; leur action sur les carbonates et leur analyse montrent qu'on a là un nouvel acide bromopropénoïque : $CHBr = CH - CO^2H$. La cryoscopie donne 154; la théorie, 151.

» Cet acide fond à 140° en se décomposant. (Les isomères connus fondent à 115° et à 70°.)

» Tous ces corps perdent facilement, sous l'action de la potasse sèche, 1^{mol} d'acide bromhydrique en donnant les composés acétyléniques correspondants.

» En agitant longtemps l'épidibromhydrine β, avec une solution aqueuse de cyanure de potassium, on obtient une émulsion d'où l'on peut extraire avec l'éther un nitrile $CHBr = CH - CH^2 - CAz$, bouillant à 95°-98° sous une pression de 23^{mm} de mercure. Ce nitrile, maintenu pendant quelques heures à 100° au contact d'acide chlorhydrique fumant, se saponifie. On arrive ainsi à un acide $CHBr = CH - CH^2 - CO^2H$, fondant à 58°-59°; pour le poids moléculaire duquel la cryoscopie donne 169; la théorie, 165. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la casse des vins*. Note de M. **J. Laborde**, présentée par M. Duclaux.

« L'altération des vins, constituant la maladie de la casse, prend, cette année, dans certaines régions, une importance qui menace d'être très préjudiciable aux intérêts de beaucoup de viticulteurs.

» L'origine de cette altération n'est pas encore nettement déterminée, mais le mécanisme de l'action chimique qui détermine la décoloration du vin paraît devoir être assimilé à une oxydation.

» M. Gouirand a montré le premier qu'un agent, appartenant au groupe des diastases, sert d'intermédiaire entre l'oxygène de l'air et la matière colorante du vin; en effet, un chauffage préalable à 70° environ empêche la précipitation de la couleur.

» M. Martinaud a trouvé que le grain de raisin et, par suite, le moût avant la fermentation contiennent normalement une petite quantité d'une diastase de l'espèce des diastases oxydantes découvertes par M. Bertrand; on la retrouve en partie dans le vin. Toutefois, il est difficile d'admettre que sa production puisse être assez variable et devenir assez abondante pour expliquer les altérations importantes que l'on constate exceptionnellement dans certaines années.

» Une source bien plus importante de diastase oxydante se trouve dans le développement d'un champignon bien connu, le *Botrytis cinerea.* C'est cette moisissure qui détermine, comme on sait, la *pourriture noble* des raisins de Sauternes et du Rhin, et aussi, d'après M. Ravaz, la pourriture vulgaire des raisins blancs dans les années humides; c'est elle encore qui attaque les raisins rouges, à l'époque de la maturation, dans ces dernières conditions atmosphériques.

» Le *Botrytis cinerea* se cultive très facilement sur des raisins ou snr du moût de raisin stérilisé, et le liquide de culture présente la plupart des propriétés attribuées à une diastase oxydante, principalement : coloration bleue intense qui apparaît presque instantanément avec la teinture de résine de gaïac et qui disparaît par l'ébullition, coloration rouge et précipité rouge avec le gaïacol, noircissement de la solution de tannin, etc.; en outre, il perd toutes ses propriétés oxydantes lorsqu'il a été porté à 85° environ.

» J'ai recherché pour d'autres moisissures telles que l'*Aspergillus niger*, l'*Aspergillus glaucus*, le *Penicillium glaucum*, l'*Eurotiopsis Gayoni*, si leurs liquides de culture jouissaient des mêmes propriétés, et ils ne m'ont jamais rien donné de pareil.

» La sécrétion d'une diastase oxydante par les champignons inférieurs paraît donc être beaucoup plus rare que chez les champignons supérieurs; M. Bourquelot a montré, en effet, que le liquide cellulaire d'un grand nombre de ces derniers présentait les réactions indiquées ci-dessus.

» Le liquide de culture du *Botrytis cinerea* est extrêmement actif sur la matière colorante du vin, car, mélangé, à volumes égaux, avec un vin parfaitement sain, il détermine, au bout de quatre heures environ, au contact de l'air et à la température ordinaire, une précipitation complète de la matière colorante, avec tous les caractères de la *casse*. Dans un essai comparatif, où le liquide est chauffé préalablement, la couleur du vin reste absolument limpide et brillante. Ces faits sont donc en rapport avec les autres actions diastasiques oxydantes que peuvent produire le liquide de culture du champignon et le moût des raisins moisis par le *Botrytis*.

» Après la fermentation de ce moût, la diastase est loin d'être entièrement détruite; on la retrouve dans le vin où ses propriétés oxydantes ne sont même que très peu atténuées. C'est elle qui provoque le brunissement des vins de Sauternes exposés à l'air et qui communique à ces mêmes vins, surtout quand ils sont encore jeunes, toutes les propriétés d'un liquide de culture de la moisissure.

» De ces observations, on peut conclure que toutes les fois qu'on introduira dans la cuve de vendange des raisins altérés par le *Botrytis cinerea*, on sera exposé à voir le vin qui en résultera présenter d'autant plus les caractères de la casse que les raisins auront été récoltés à un degré plus avancé de pourriture. C'est ainsi qu'on a obtenu, par exemple en 1893, dans la région où la vendange, commencée par un temps chaud, a été continuée jusque dans la saison des pluies, des vins complètement décolorés au moment même où ils sortaient de la cuve. L'expérience a, d'ailleurs, été répétée dans le laboratoire, en cultivant la moisissure sur des raisins rouges; la matière colorante de la pellicule était devenue complètement insoluble avant la fermentation.

» Il résulte des considérations précédentes que le moyen le plus rationnel, pour empêcher les vins de se casser, est de détruire la diastase oxydante par la chaleur, comme l'a proposé M. Gouirand. Cette diastase se détruit, dans le vin, à 70°, à plus basse température que dans les cultures. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Propriétés coagulatrices et propriétés toxiques du foie.* Note de MM. **Mairet** et **Vires.**

« Dans un premier groupe d'expériences, nous avons recherché les effets de l'extrait de foie de lapin, injecté à d'autres lapins par la voie intraveineuse (veines auriculaires).

» Le manuel opératoire est le même que celui que nous avions adopté pour nos recherches sur la toxicité du sang (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* juin et juillet 1894).

» Quant à la préparation de l'extrait, voici comment nous l'obtenons. Un lapin est tué par la section de la carotide. Le foie est immédiatement enlevé, haché menu et mis à macérer dans deux fois son poids d'eau. Il est repris au bout de deux heures et soumis à la presse. Les liquides obtenus, réunis et filtrés après trois jours (minimum de décantation naturelle) donnent un extrait aqueux clair, rouge, que nous injectons, sans le chauffer.

» Toutes les manipulations sont faites dans la glacière et suivant les règles d'asepsie.

» Ce premier groupe d'expériences nous a montré que :

» 1° L'extrait aqueux du foie de lapin, injecté dans le système veineux du lapin, produit la mort ;

» 2° Le degré de toxicité immédiate est environ de 60^{gr} par kilogramme du poids du corps ; le lapin succombe généralement à des doses beaucoup moindres : 50^{gr}, 30^{gr}, 25^{gr}, 20^{gr}, 19^{gr}, 15^{gr}, 10^{gr} et même 8^{gr},19, peu de temps après l'injection.

» 3° Les principaux symptômes observés pendant la vie sont les suivants : exophtalmie, ralentissement de la respiration, perturbation du rythme cardiaque, ballonnement du ventre, diarrhée, hypothermie, somnolence, anéantissement et enfin procursion, attaques et mort;

» 4° Les lésions trouvées à l'autopsie consistent en :

» *a.* Congestion des différents organes et en particulier du tube digestif;

» *b.* Coagulations sanguines dans le cœur et les vaisseaux veineux.

» L'extrait aqueux de foie tue donc l'animal, et cela à des doses relativement faibles. Mais il tue en produisant constamment des coagulations sanguines, si bien qu'on peut se demander si ce n'est pas à ces coagulations seules qu'il faut attribuer la nocuité de la glande hépatique.

» Des expériences que nous avons faites, en soumettant l'extrait aqueux de foie à des températures variables, nous ont permis de démontrer qu'il n'en était pas ainsi et que le foie, à côté de ses propriétés coagulatrices, avait réellement des propriétés toxiques.

» Nous avons porté l'extrait à des températures de 52°, 60°, 70°, 90° et 100°.

» A 52° les propriétés de l'extrait ne sont pas modifiées.

» A 60, 70, 90 et 100°, il se produit un abondant précipité spongieux, blanc jaunâtre, à larges mailles occupant toute la hauteur du ballon.

» Nous jetons le tout sur un filtre et nous avons ainsi un *filtratum et un précipité* qui reste sur le filtre.

» Nous avons étudié successivement l'action des précipités et des filtratums.

» A. Précipités. — Les précipités desséchés et essorés se présentent, quel que soit le degré thermique auquel a été porté l'extrait, sous la forme d'une poudre grisâtre, d'odeur caramélisée.

» Cette poudre, reprise par l'eau distillée, ne se dissout qu'en faible partie dans ce liquide. Cette partie soluble, nous l'avons injectée à des lapins.

» Ces précipités, nous les avons expérimentés successivement : pour tous, nous avons employé la même quantité d'eau pour les dissoudre (100^{cc}).

» Pour ne pas allonger cette Note, nous ne donnerons pas nos expériences. Nous indiquerons seulement les résultats :

» *a. Précipité obtenu en portant l'extrait aqueux à* 60°.— Ce précipité, à la dose de 30^{cc}, donne rapidement la mort, en produisant des symptômes semblables à ceux que nous avons obtenus dans notre premier groupe d'expériences, comme traduisant l'action de l'extrait aqueux total. En outre, comme dans ce dernier groupe, nous avons constaté, à l'autopsie, des caillots dans le cœur et les gros vaisseaux.

» *b. Précipité obtenu en portant l'extrait aqueux à* 70°. — Tandis qu'à 60°, 30^{cc} suffisent pour amener la mort, il faut, à 70°, 45^{cc}. Mais, à cette dose, les symptômes obtenus pendant la vie sont les mêmes qu'à 60°; à l'autopsie, on trouve ici, comme là, des caillots dans le système circulatoire.

» *c. Précipité obtenu en portant l'extrait aqueux à* 90°. — Il faut ici 60^{cc} pour tuer l'animal; les symptômes sont les mêmes et, à l'autopsie, on constate les mêmes coagulations que précédemment.

» *d. Précipité obtenu en portant l'extrait aqueux à* 100°. — A ce degré, le précipité ne tue plus l'animal, qui a seulement pendant l'expérience un peu d'agitation et de la diarrhée et, durant quelques heures après l'expérience, de la diarrhée et de l'hypothermie.

» *En résumé :* 1° le précipité tue l'animal par coagulation sanguine; 2° au fur et à mesure qu'on augmente la température, il faut élever les doses pour produire la mort et, à 100°, le précipité ne tue plus l'animal et ne produit que de la diarrhée et de l'hypothermie.

» B. Filtratums. — Les filtratums sont des liquides odorants, alcalins, présentant l'aspect opalin (coloration probablement due à la matière glycogène renfermée dans le filtratum).

» Ils jouissent tous des mêmes propriétés :

» 1° Comme degré de toxicité, ils tuent le lapin à des doses variant entre 90^{cc} et 120^{cc}, correspondant à 25^{gr}, 28^{gr} et 30^{gr} de foie;

» 2° Comme qualités toxiques, ils produisent les symptômes suivants : myosis, quelquefois de la mydriase et un peu d'exophtalmie, ralentissement de la respiration, ballonnement du ventre, diarrhée, urines louches, jamais sanglantes, hypothermie atteignant parfois plusieurs degrés, somnolence, affaissement progressif et mort sans secousses, sans attaques, par arrêt de la respiration. A l'autopsie, le cœur continue à battre *sans caillots dans ses cavités*, ecchymoses pulmonaires et congestion de tout le tractus gastro-intestinal et des glandes annexes.

» *Les résultats* que nous avons obtenus démontrent donc, d'une manière péremptoire, qu'à côté de propriétés coagulatrices le foie a des propriétés toxiques; on les sépare facilement les unes des autres par la chaleur, qui produit un précipité et un filtratum. Le précipité renferme les propriétés coagulatrices; le filtratum, les propriétés toxiques. »

ZOOLOGIE. — *Remplacement des amibocytes et organe phagocytaire chez la* Paludina vivipara *L.*, Note de M. **L. Cuénot**, présentée par M. Edmond Perrier.

« On sait que les globules amiboïdes du sang, ou *amibocytes,* ont une vie limitée, et qu'à la fin de leur évolution ils se détruisent totalement; il doit donc y avoir, dans tout organisme pourvu de globules, des cellules chargées du remplacement des éléments morts. Deux cas peuvent se présenter :

» 1° Les jeunes globules libres dans le sang circulant se divisent par mitose, puis par amitose (un des deux modes de division étant plus ou moins prédominant suivant les types); ce sont des amibocytes germinatifs qui semblent en général n'avoir que cette fonction : c'est le cas des Orthoptères, des Aranéides et Scorpionides, des Oligochètes, des Gastéropodes pulmonés; 2° il existe un *organe globuligène,* dont les cellules se divisent par mitose et se détachent ensuite de l'organe pour devenir libres dans le sang, où parfois elles peuvent encore se diviser un petit nombre de fois; les cellules germinatives sont concentrées dans un organe défini; ce n'est qu'une différence purement morphologique avec le premier mode : c'est le cas des Crustacés décapodes (organe sus-stomacal), des Céphalopodes, (corps blanc sous-oculaire), des Vertébrés (ganglions lymphatiques et follicules clos; moelle des os; corpuscules de Malpighi de la rate, etc.).

» La *Paludina vivipara* L. appartient à la première catégorie, et non à la seconde, comme je l'avais cru autrefois [1]; en effet, si l'on examine

---

[1] *Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale* (*In-*

les amibocytes libres chez des animaux venant d'être pêchés, on trouve dans les plus jeunes éléments des mitoses assez nombreuses, ainsi que quelques amitoses, qui suffisent amplement à expliquer le renouvellement. Il ne doit donc pas y avoir d'organe globuligène.

» Par contre, la Paludine possède un *organe phagocytaire* bien typique : on sait, surtout depuis les beaux travaux de Kowalevsky et de ses élèves, que chez un certain nombre d'animaux, en plus des phagocytes libres (amibocytes), il existe des organes fixes dont les cellules ont aussi le pouvoir de capturer les produits solides et de les digérer s'il y a lieu : c'est le cas des Grillons, des Acridiens et des Forficules parmi les Insectes (organes du septum péricardial), des Chilopodes (glomérules des vaisseaux), des Scorpionides (organe sus-nervien), de divers Polychètes (organes septaux des *Nereis*, néphridies des Sédentaires), des Oligochètes (organes septaux des *Pericheta*, néphridies), des Hirudinées (filtre des pavillons néphridiens), des Sipunculiens (néphridies), de plusieurs Gastéropodes (organe aortique des Doridiens, Pleurobranchiens et Bulléens), et enfin des Vertébrés (organes hématopoiétiques en général).

» L'organe phagocytaire de la Paludine est la *glande de l'oreillette*, découverte par Rémy Perrier [1] : la paroi de l'oreillette, au lieu d'être fort mince comme d'habitude, est constituée par un épais stroma musculo-conjonctif, bourré de cellules qui ressemblent assez aux amibocytes libres : lorsqu'on injecte de l'encre de Chine (ou n'importe quelle autre substance solide) dans le cœlome, on retrouve, au bout de quelques heures, la majeure partie de l'encre dans les cellules de la paroi auriculaire, qui devient d'un noir franc, tandis que le ventricule garde sa teinte normale. Ces phagocytes fixes ont une réaction neutre ou très faiblement acide, car je n'ai pas constaté de virage sur le tournesol ingéré; les éléments détruits par leur propre fonctionnement sont remplacés par les cellules voisines, qui présentent assez fréquemment des mitoses [2]. »

---

vertébrés), par L. Cuénot (*Arch. Zool. exp.*, 2e série, t. IX, p. 13; 1891). J'avais attribué une fonction globuligène à deux organes différents : 1° aux rachis branchiaux (tissu conjonctif qui sépare dans les branchies le canal efférent du canal afférent); 2° à la glande de l'oreillette. Celle-ci est un organe phagocytaire, comme nous allons le voir; quant aux rachis branchiaux, ce n'est que du tissu conjonctif banal. [F. Bernard, *Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes Prosobranches* (*Ann. Sc. Nat.*, 7e série, t. IX, p. 89; 1890)].

(1) R. Perrier, *Recherches sur l'anatomie et l'histologie du rein des Gastéropodes Prosobranches* (*Ann. Sc. Nat.*, 7e série, t. VIII, p. 61; 1889).

(2) Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy.

ZOOLOGIE. — *Sur la différenciation du bourgeon de régénération caudale chez les Annélides* (1). Note de M. **Auguste Michel**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans une Note antérieure (2), j'ai décrit l'origine du bourgeon de régénération caudale chez les *Nephthys* et l'*Allobophora* (*Lumbricus*) *fœtida*.

» Le bourrelet se développe sur tout le pourtour, complétant le bourgeon; mais il reste plus saillant sur la face ventrale, d'où une orientation dorsale de l'anus.

» Chez le Lombric, la cavité maintenant plus vaste du bourgeon se trouve remplie par un tissu lacuneux, formé par les cellules émigrant de la surface interne de l'amas de grandes cellules et aussi bientôt de la partie profonde de l'ectoderme massif, progressivement sur tout le pourtour du bourrelet. En même temps, des cellules issues de l'ectoderme s'allongent en éléments fusiformes à longs prolongements un peu dans toutes les directions, mais surtout tangentiellement, en fibres longitudinales ou transversales dont les filaments se mêlent à d'autres, dirigés de même, issus de l'épiderme.

» Dans la masse à grandes cellules du Lombric, déjà dès le moment où son développement a produit la saillie ventrale, apparaissent des filaments longitudinaux et transversaux, qui la divisent de plus en plus nettement en parties externe et interne; d'autre part, cette masse s'étend latéralement et tend à se séparer en deux masses latérales. Les cellules, se multipliant avec mitoses, se disposent plus régulièrement en long et en large; la limite, tracée par les filaments et la disposition même des cellules, est devenue très nette entre la partie externe, ébauche du névraxe, et la partie interne, produisant d'abord vers l'intérieur du tissu lacuneux, puis constituant les ébauches de l'épithélium et des organes cœlomiques.

» Chez les Polychètes, le névraxe est d'abord l'ectoderme lui-même, épaissi et multiple; ce n'est qu'à la longue qu'il se différencie de l'épiderme, sans s'en séparer complètement; chez le Lombric, il provient de la partie externe de la masse à grandes cellules et par suite est, dès le début, distinct de l'épiderme et séparé de lui par des fibres et des filaments tangentiels, au contraire d'abord confondu avec l'ébauche cœlomique; c'est que, chez les Oligochètes, le névraxe sera interne et complètement séparé de l'épiderme. Dans les deux groupes apparaît de bonne heure, sur la ligne médiane, à la limite interne de l'ébauche du névraxe, la substance fibrillaire nerveuse; chez les Polychètes, ces fibrilles prennent leur origine dans le ou les cirres anaux: en particulier chez les *Nephthys*, le cirre est composé de filaments longitudinaux, parsemés de noyaux, parmi lesquels se prolongent aussi les cellules superficielles; du

---

(1) Travail des laboratoires de MM. les professeurs Perrier au Muséum, Giard à la Sorbonne et à Wimereux-Ambleteuse.

(2) *Comptes rendus*, séance du 7 décembre 1896.

côté ventral, se suit jusqu'à son extrémité le névraxe épidermique, toujours en couche multiple avec traînée de fines fibrilles.

» La métamérisation apparaît dans la Cirratule sous la forme de petites masses issues de l'ectoderme, se creusant en sacs cœlomiques, bientôt écartés en deux rangées de part et d'autre de la ligne médiane ventrale; à mesure que ces sacs grandissent, des vaisseaux développés plus en dedans s'insinuent entre eux, c'est-à-dire dans les futurs dissépiments. Chez le Lombric, il semble, quoique avec beaucoup moins de netteté, en être de même : la partie interne de la masse à grandes cellules disposées régulièrement se divise en amas, qui se creusent de fentes cœlomiques d'abord plus ou moins bien limitées; plus en dedans, les vides du tissu lacuneux représentent des espaces sanguins qui se régularisent en vaisseaux, dont certains pénètrent dans les dissépiments. Dans tous les cas, le tissu lacuneux ou vasculaire se réduit devant l'envahissement des sacs cœlomiques, en dedans jusque contre l'endoderme, latéralement pour aller se rejoindre vers le dos. Chez le Lombric, déjà entre les amas pleins et plus tard dans les dissépiments, on voit des filaments transverses qui paraissent prolonger les cellules épidermiques, après avoir traversé les filaments sous-ectodermiques; on peut se demander si le passage de ces filaments entre les cellules n'est pas la cause déterminante de la métamérisation. Considérons, en effet, les cellules ectodermiques de la paroi ventrale, internes par rapport au point de divergence indiqué précédemment, qui continuent à être fortement inclinées en dedans; chez les *Nephthys,* elles traversent la base du cirre; de même chez le Lombric, le point de divergence étant reporté en dehors du sommet qui représente virtuellement le cirre, les cellules externes, mais proches de ce sommet, sont très obliques sur leur surface de base pour aller le couper. La région en prolifération est ainsi traversée par des filaments transverses provenant des cellules ectodermiques; les éléments nés de la prolifération, qui se trouvaient entre les prolongements des cellules extrêmes, seront ainsi relevés et superposés en petits amas séparés par les filaments devenus transverses; le bourgeon s'allongeant par la formation de nouvelles cellules épithéliales et de nouveaux amas au sommet, les amas les plus anciens se développent en sacs cœlomiques, notamment en dissépiments dont la trame est formée par les filaments maintenant à peu près normaux, ainsi que les cellules épidermiques, à la surface redressée.

» Les couches de filaments intriqués avec cellules fusiformes, qui se forment de bonne heure sous l'ectoderme, sous l'endoderme, entre la masse nerveuse et la masse cœlomique et dans les dissépiments, deviennent progressivement des couches musculaires; ces éléments proviennent de l'épithélium superficiel : très nettement pour l'ectoderme qui, sur les coupes longitudinales, ne se montre que très tardivement séparé des fibres circulaires; quant à l'endoderme qui, hâtivement, jusqu'au sommet du bourgeon, est limité par des filaments longitudinaux et transverses, il est difficile de déterminer sa part.

» Chez le Lombric : la régénération des néphridies et des sacs sétigères ressemble à l'ontogenèse ; le vaisseau dorsal est d'abord double, formant anse au-dessous de l'anus et portant latéralement les branches des dissépiments; plus tard, il devient simple par fusion progressive; dans le bourgeon encore petit, on voit apparaître la matière jaune provenant de la cavité du corps ancien.

» En résumé, le bourgeon de régénération a une origine *ectodermique*,

c'est-à-dire que de la prolifération de l'épiderme naît un tissu *indifférent*, qui se différencie ultérieurement : par les cellules superficielles, en ectoderme et endoderme nouveaux; par les cellules pénétrées à l'intérieur, souvent avec longs prolongements intriqués, en couches musculaires, tissus conjonctif et vasculaire et, à la face ventrale : en paires de sacs cœlomiques ultérieurement étendus et en névraxe, prolongé jusque dans les cirres, dérivé directement de l'ectoderme lorsqu'il reste superficiel (Polychètes), indirectement, par l'intermédiaire d'une masse commune avec l'ébauche cœlomique, lorsqu'il doit être plus intérieur (Oligochètes); l'origine du névraxe serait donc ectodermique chez les uns, mésodermique chez les autres, pour employer ce terme de mésoderme, si peu précis dans son sens négatif d'ensemble des tissus autres que l'ectoderme et l'endoderme, simple expression topographique sans grande valeur : en réalité, la masse interne ventrale est encore aussi *indifférente* que l'ectoderme jeune. La métamérisation semble le résultat du développement d'amas cellulaires séparés par des filaments transverses, issus de l'ectoderme.

» Cette étude, poursuivie, sera donnée, plus détaillée et avec critique des travaux antérieurs, dans un Mémoire plus étendu. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude du* Rouget. Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans un grand nombre de localités, de la mi-juillet à la mi-septembre, on voit, chez l'homme, apparaître sur diverses parties du corps, les jambes notamment, des boutons accompagnés d'une vive inflammation et d'une démangeaison insupportable. Ces boutons, on le sait depuis longtemps, sont produits par la piqûre d'un Acarien, sous sa forme larvaire hexapode, désigné vulgairement sous les noms de *rouget, bête rouge, bête d'août, vendangeron*, etc. Les zoologistes, considérant d'abord cet hexapode comme une forme définitive, en firent une espèce d'un genre artificiel *Leptus*, sous le nom spécifique d'*autumnalis*. Plus tard, lorsqu'on eut reconnu que les Acariens hexapodes sont des larves conduisant invariablement à un type octopode, on dut rechercher à laquelle de ces dernières le Rouget doit être rattaché. L'opinion la plus accréditée, grâce à l'autorité de M. Mégnin, est que le Rouget représente la forme hexapode du *Trombidion holosericeum*.

» Mes premières observations semblèrent confirmer cette détermination.

» Dans le jardin, créé en plein champ, de la maison que j'habite à Portbail (Manche), le *Trombidion holosericeum* est commun et, les deux premières années de mon séjour, je fus très incommodé par le Rouget. Mais, depuis quatre ans, sous l'influence de la culture probablement, le Rouget a disparu, sans que le *Trombidion holosericeum* se montrât en moins grand nombre.

» M'étant depuis trois ans consacré à l'observation des Acariens, j'ai été amené à reprendre l'étude de la nature du Rouget.

» Il fallait d'abord connaître d'une manière exacte cette larve acarienne et, à cet effet, l'extraire du bouton auquel elle donne naissance. C'est à quoi je suis parvenu une fois sur moi-même. J'ai pu, à l'aide d'une aiguille, retirer la larve, qui est rouge et de petite taille (elle mesure environ 300^{μ} en longueur), des couches superficielles du derme, où elle était engagée. Malheureusement l'unique spécimen, que je me suis ainsi procuré, avait perdu ses pattes. J'ai l'honneur d'en mettre un croquis sous les yeux de l'Académie.

» Bien que l'Acarien eût été enlevé au début de l'inflammation, celle-ci continua, accompagnée de vives démangeaisons pendant trois ou quatre jours, ce qui semble indiquer que ces accidents sont dus surtout à la piqûre du Rouget plutôt qu'à sa présence dans le derme.

» Dans la suite, j'ai rencontré sur la Taupe, le Mulot et le Putois des larves acariennes très semblables sinon identiques au Rouget de l'homme. Je crois donc qu'on peut sans erreur compléter mon croquis en y ajoutant les pattes de ces hexapodes.

» De l'examen de ces divers exemplaires, il résulte que le Rouget est la larve hexapode d'un Acarien du genre *Trombidion*.

» Quant à l'espèce à laquelle ce genre se rattache, je ne puis pas encore répondre à cette question: ce que je puis affirmer, c'est que le Rouget n'est pas la larve du *Trombidion holosericeum*.

» J'ai observé de nombreux spécimens de cette larve, issus d'œufs de *Trombidion* qui avaient pondu en captivité. Je résume ici les principales différences entre le Rouget et la larve du *Trombidion holosericeum*.

» Les mandibules du Rouget sont un peu moins arquées. La cuticule dorsale présente des stries et non de fines granulations, comme dans la larve du *Trombidion*.

» La répartition des poils superficiels montre quelques différences; le Rouget manque, en particulier, des quatre grandes soies barbelées, implantées à la partie postérieure de la larve du *Trombidion*.

» Les pièces épimériennes des pattes n'ont pas exactement la même forme dans les deux larves.

» Enfin, si la troisième paire de pattes du Rouget ressemble à celle des larves trouvées sur les petits mammifères cités plus haut et est conforme à la figure publiée par M. Mégnin, la terminaison du torse n'est pas la même dans les deux larves. Dans le Rouget, il se termine par trois ongles recourbés comme aux deux pattes situées en avant; dans la larve du *Trombidion holosericeum*, il est muni de deux ongles de grosseur inégale accompagnés d'un prolongement ensiforme et d'un court ergot.

» J'ai déposé, à plusieurs reprises, sur mon bras, des larves de *Trombidion*, sans qu'elles parussent se soucier de me mordre.

» Il reste une dernière question à élucider. Le Rouget possède-t-il un appareil stomatorhizique rameux, tel que celui que j'ai décrit chez la larve du *Trombidion holosericeum* et qui se retrouve sous la forme d'un cylindre chez le Rouget du Mulot? Je penche pour l'affirmative. Je n'en trouve point de trace, à la vérité, sur mon spécimen de Rouget, mais il a pu, comme les pattes, rester engagé dans le derme. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation des réserves non azotées de la noix et de l'amande.* Note de M. **Leclerc du Sablon.**

« Les noix et les amandes mûres renferment des proportions bien connues d'huile et d'hydrates de carbone. Je me suis proposé d'étudier comment ces proportions variaient pendant la période de formation de la graine. J'ai dosé à part le glucose, c'est-à-dire l'ensemble des sucres qui réduisent directement la liqueur de Fehling; le saccharose, c'est-à-dire l'ensemble des sucres qui ne réduisent la liqueur de Fehling qu'après l'action des acides étendus, et enfin les amyloses, qui comprennent tous les hydrates de carbone, tels que la dextrine et l'amidon, qui sont insolubles dans l'alcool à 90° et qui peuvent se transformer en glucose sous l'action des acides étendus.

» J'ai commencé cette étude dans les premiers jours de juin pour les amandes et dans les premiers jours de juillet pour les noix; les fruits ont alors à peu près atteint leurs dimensions définitives, mais l'embryon est encore très peu développé; les cotylédons, plats et minces, ont à peine 6^{mm} ou 7^{mm} de longueur et sont entourés d'un albumen abondant; j'ai continué ensuite jusqu'à ce que j'aie trouvé une composition à peu près constante et voisine de celle des graines mûres. Avant d'être analysées, les graines étaient desséchées pendant trois jours à la température de 45°. La quantité d'eau perdue a été notée; il restait encore de l'eau dans les graines, mais une température plus élevée aurait pu altérer les matières grasses.

» Le Tableau I indique les quantités d'huile et d'hydrates de carbone renfermées dans les noix aux époques marquées; pour rendre les résultats plus clairs, j'ai réuni dans le Tableau II les proportions des divers composés, rapportées à cent parties de

matière sèche. Les Tableaux III et IV donnent pour les amandes les mêmes indications que les Tableaux I et II pour les noix.

TABLEAU I.

Date de la récolte.	Poids de la matière sèche.	Huile.	Glucose.	Saccharose.	Amyloses.
	gr	gr	gr	gr	gr
6 juillet......	1,970	0,064	0,151	0	0,431
1er août......	2,139	0,358	0,053	0,011	0,312
15 août.......	4,672	1,969	traces	0,030	0,152
1er septembre.	8,338	4,948	»	0,070	0,217
4 octobre....	10,506	6,617	»	0,176	0,275

TABLEAU II.

Date de la récolte.	Eau pour 100.	Huile pour 100.	Glucose pour 100.	Saccharose pour 100.	Amyloses pour 100.
6 juillet.........	837	3	7,6	0	21,8
1er août.........	535	16	2,4	0,5	14,5
15 août..........	274	42	0	0,6	3,2
1er septembre....	48	59	»	0,8	2,6
4 octobre.......	10	62	»	1,6	2,6

TABLEAU III.

Date de la récolte.	Poids de la matière sèche.	Huile.	Glucose.	Saccharose.	Amyloses.
	gr	gr	gr	gr	gr
9 juin........	1,777	0,037	0,107	0,120	0,384
4 juillet.......	1,570	0,167	0,066	0,078	0,222
1er août.......	3,368	1,249	traces	0,096	0,210
1er septembre..	5,634	2,525	»	0,150	0,305
4 octobre.....	5,669	2,650	»	0,146	0,303

TABLEAU IV.

Date de la récolte.	Eau pour 100.	Huile pour 100.	Glucose pour 100.	Saccharose pour 100.	Amyloses pour 100.
9 juin..........	896	2	6,0	6,7	21,6
4 juillet.........	716	10	4,2	4,9	14,1
1er août.........	219	37	0	2,8	6,2
1er septembre....	117	44	»	2,6	5,4
4 octobre.......	12	46	»	2,5	5,3

» On remarque d'abord que la proportion d'eau, très considérable lorsque la graine est jeune, décroît rapidement. J'ai constaté d'autre part que la quantité d'acides gras est beaucoup plus grande au commencement

du développement qu'à la fin. Les acides gras pourraient donc, dans une certaine mesure, être considérés comme des produits intermédiaires, destinés à se transformer en huile neutre. On sait d'ailleurs que les acides gras jouent ce rôle d'intermédiaire pendant la germination, lorsque les corps gras sont transformés par la digestion en hydrates de carbone.

» Le glucose, qui se trouve en quantité notable dans les graines jeunes et disparaît dans les graines mûres, doit aussi être considéré comme un produit de transition, servant à l'élaboration des réserves définitives.

» Le saccharose fait défaut dans les noix jeunes et se forme pendant la maturation; on doit considérer ce composé seulement comme une matière de réserve. Dans les amandes jeunes, au contraire, le saccharose existe en proportion plus grande que dans les amandes mûres. Mais si, au lieu de considérer la proportion de saccharose, on considère le poids de cette matière qui se trouve dans une graine, on constate qu'une graine mûre renferme plus de saccharose qu'une graine jeune. La quantité de saccharose qui se trouve dans une graine augmente donc pendant la maturation, mais beaucoup moins vite que le poids total de la graine. A ce point de vue, les amandes ne différeraient donc des noix que par une formation plus précoce du saccharose.

» Dans les deux espèces étudiées, les amyloses sont en proportion beaucoup plus grande dans les jeunes graines que dans les graines mûres; mais cette diminution dans la proportion tient, comme pour le saccharose des amandes, à l'augmentation rapide du poids de la graine; dans une graine déterminée, le poids d'amyloses augmente d'une façon continue jusqu'à la maturité. Il semble donc que les amyloses doivent surtout être considérées comme des matières de réserve. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de quelques substances sur la germination des spores du Black-Rot.* Note de MM. **L. Ravaz** et **G. Gouirand**, présentée par M. Guignard.

« La gravité que le Black-Rot a prise brusquement dans les vignobles du Sud-Ouest nous a déterminés à entreprendre, à la station viticole de Cognac, des recherches méthodiques sur le traitement de cette maladie. La question à résoudre est celle-ci : trouver une substance qui, déposée à la surface des organes herbacés de la vigne, y constitue un obstacle permanent au développement des germes de la maladie.

» Pour atteindre ce but, nous devions d'abord étudier, dans des conditions toujours identiques, l'action d'un grand nombre de substances sur la germination des spores; ce sont les résultats de cette première série d'essais que nous communiquons à l'Académie. Les substances que nous avons expérimentées comprennent la presque totalité des métalloïdes et des métaux, des phénols, des essences, des alcaloïdes, etc. Elles ont été employées en solution dans l'eau de pluie, à titres s'équivalant pour les métaux, à des titres connus pour les autres corps. Tous les essais ont été faits en goutte suspendue à la température de 25°. Ils ont porté surtout sur les stylospores du *Guignardia Bidwellii*, qu'il est plus facile de se procurer en grande quantité. Nous n'avons pu essayer qu'un nombre restreint de corps sur les sporidies; elles nous ont paru se comporter sensiblement comme les stylospores.

» Ces expériences, qui ont nécessité plus de *quatre mille ensemencements*, nous ont donné les résultats que nous résumons ci-après :

» La germination des stylospores ne se produit plus dans les solutions à $\frac{1}{100000}$ de bichlorure de mercure;

» A $\frac{7,5}{100000}$ de sulfate de didyme, de sulfate de cadmium;

» A $\frac{1}{10000}$ de nicotine;

» A $\frac{2,5}{10000}$ d'hyposulfite de soude, d'arséniate de cuivre, d'acide borique, des sulfates de thallium, d'erbium, d'antimoine, de *cuivre*, de zinc, de chlorure de plomb, d'acide salicylique, de salicylate de cuivre;

» A $\frac{5}{10000}$ de sulfate de lithium, de thorium, de vanadium, d'acide phénique, de naphtolate de soude, d'essence de moutarde;

» A $\frac{7,5}{10000}$ de sulfure de sodium, de sulfite de soude, de sulfite de chaux, de bisulfite de potasse, des sulfates de cérium, de zirconium, d'aluminium, de thymol;

» A $\frac{1}{1000}$ d'azotate de baryte, de sulfate de chrome;

» A $\frac{2,5}{1000}$ de sulfite de potasse, de bisulfite de soude, des sulfates de cœsium, de rubidium, de strontiane, de lanthane, de fer, de nickel, d'urane, d'étain, d'acide molybdique, d'acide oxalique, de salicylate de chaux, d'atropine, d'essence de pin;

» A $\frac{5}{1000}$ .... de fluorure de potassium, d'essence de lavande, d'essence d'ail;

» A $\frac{7,5}{1000}$ .... de chlorure de potassium, d'hypobromite de soude, de sulfate de glucinium, de sulfate de cobalt, etc.

» L'acidité du liquide de culture favorise la germination. Une alcalinité correspondant à $\frac{1}{10000}$ d'acide sulfurique l'empêche complètement. Il s'ensuit que les bouillies alcalines ont une action *immédiate* plus grande que les bouillies un peu acides.

» Les chiffres qui précèdent montrent aussi que le cuivre est beaucoup moins actif contre le *Black-Rot* que contre le mildiou. Le zinc a sensible-

ment la même action que le cuivre. Il y aurait lieu de s'assurer si l'association de ces deux corps ne donnerait pas de meilleurs résultats que chacun d'eux séparément. Le nickel, à faible dose, favorise la germination des stylospores. Le soufre n'a aucune action. Bien plus, dans la pratique, en se combinant au cuivre, il annihile fréquemment l'efficacité des bouillies cupriques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un appareil destiné à démontrer que la quantité des gaz dissous dans les grandes profondeurs de la mer est indépendante de la pression*. Note de M. **Jules Richard.**

« L'appareil décrit ci-dessous a fonctionné pendant la dernière campagne du yacht *Princesse Alice*. Il était destiné à trancher expérimentalement la question de savoir si la quantité des gaz dissous dans les profondeurs de la mer est en rapport avec l'augmentation de pression. Cette question, d'après un océanographe très compétent, M. le Professeur Thoulet (1), méritait d'être étudiée à nouveau, à cause des résultats, en apparence contradictoires, obtenus par diverses expéditions.

» Le principe de l'appareil, construit sur mes indications par M. Leblanc pour les campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco, est le suivant : 1° on envoie, à la profondeur voulue, une bouteille pleine de mercure dont le goulot plonge dans une cuvette également pleine de mercure; 2° on abaisse alors la cuvette pour libérer l'orifice de la bouteille dont le mercure s'échappe, et est remplacé par l'eau; 3° on fait tomber la bouteille de façon que son goulot vienne de nouveau plonger dans le mercure. Si la bouteille revient à la surface avec une grande quantité de gaz libre, c'est que le gaz est dissous en plus grande quantité dans la profondeur qu'à la surface, et qu'il se dégage sous l'influence de la diminution de pression à la montée. Si la bouteille revient, au contraire, pleine d'eau, c'est qu'il n'y a pas plus de gaz au fond qu'à la surface.

» La bouteille A (*fig.* 1), en acier fondu, remplie de mercure, est renversée sur la cuvette B, à laquelle elle est rattachée par la goupille D qui traverse la tige C. Au moyen de la poignée, on introduit la bouteille A dans la bague E qui supporte le réservoir K, destiné à recueillir le mercure à sa sortie de A. Le chariot S porte la

(1) Thoulet, *Océanographie* (*Statique*), p. 200; 1890.

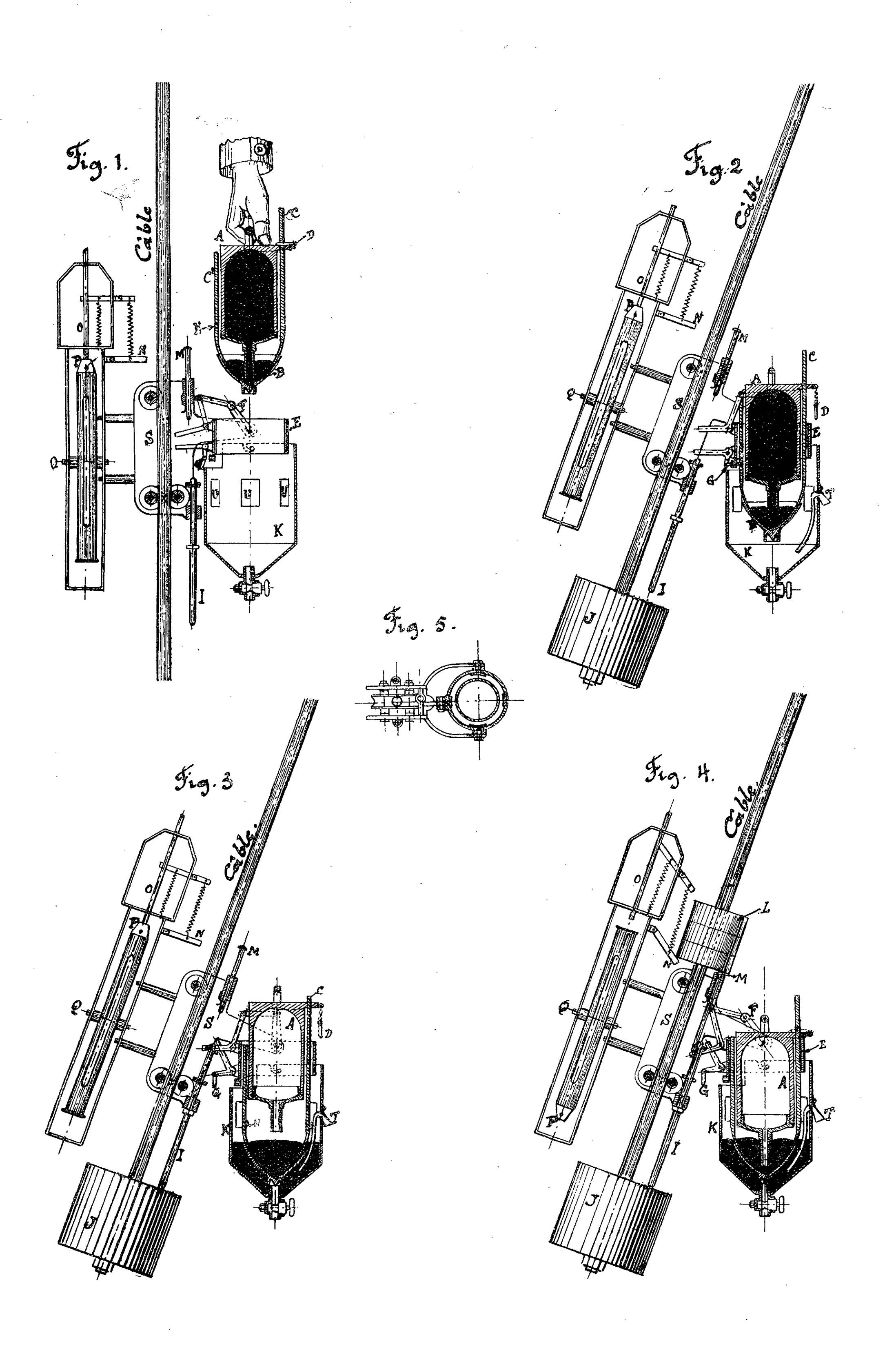


Fig. 1.
Cable
Fig. 2
Cable
Fig. 5.
Fig. 3
Cable.
Fig. 4.
Cable

bague E par une demi-cardan (*fig.* 5) (pour que A soit toujours verticale malgré l'inclinaison possible du câble, inclinaison exagérée avec intention dans les *fig.* 2-4). Une charnière permet de placer à volonté le chariot sur le câble le long duquel il doit glisser au moyen de ses galets. Le fonctionnement constitue une adaptation du système du heurtoir, imaginé par S. A. le Prince de Monaco; on envoie d'abord à la profondeur voulue un lest ou heurtoir J. Quand le câble qui le retient est vertical, on met le chariot en place; on introduit A dans la bague E (*fig.* 1) en faisant reposer le bord supérieur de A sur le support à levier demi-circulaire F; on introduit la goupille G (*fig.* 2) dans le trou N de la tige C′ de la cuvette; cette goupille remplace D qu'on retire. L'appareil est alors immergé avec précaution; il descend sur ses galets le long du câble. En arrivant sur le heurtoir J, la tige I pousse de bas en haut le levier inférieur, qui dégage la goupille G (*fig.* 3), la cuvette B tombe, le mercure de A s'écoule dans B et dans K, l'eau le remplace dans la bouteille. Après un temps variable suivant la profondeur, on envoie le messager L (*fig.* 4) qui fait basculer le thermomètre à renversement et qui, par la tige M, actionne le levier supérieur. Celui-ci ramène en arrière le support F, la bouteille A tombe et son goulot vient plonger dans le mercure de B.

» Le renouvellement de l'eau de K, pendant la descente, peut être assuré, soit en laissant ouvert le robinet inférieur qui sera fermé par la chute de B dont la partie inférieure porte un godet plein de suif, soit par l'action des tubes T (*fig.* 2-4) ouverts en entonnoir renversé à l'extérieur. Mais le moyen le plus pratique est d'ouvrir de larges fenêtres U (*fig.* 1) dans les parois de K, l'eau se renouvelle par un mécanisme d'entraînement latéral un peu analogue à celui de l'injecteur Giffard. Il existe, en outre, une large communication annulaire, entre A et K, avec l'extérieur. Le chariot S porte deux petits parachutes métalliques (non figurés pour la clarté des dessins) et la tige I est munie d'un frein à ressort pour éviter un choc trop violent sur le heurtoir.

» Deux expériences eurent lieu avec un plein succès, le 7 août, à 1000^m de profondeur, par 37°39′ lat. N., 28°47′ long. O, et le 25 août, à 2700^m, par 44°6′ lat. N., 12°41′ long. O. La bouteille revint chaque fois avec une très petite quantité de gaz libre ($0^{cc},5$ à 1^{cc}) s'expliquant par la différence de température au fond et à la surface. On pouvait donc dire, sans aller plus loin, que la quantité des gaz dissous à 2700^m n'est pas en rapport avec la pression de la couche d'où ils sont venus.

» L'extraction des gaz de l'échantillon de 1000^m ne put être obtenue à bord, par suite d'un accident. J'apportai l'échantillon de 2700^m, sur le mercure, à Paris où M. Th. Schlœsing fils voulut bien en faire avec moi l'analyse qui donna, pour 460^{cc} d'eau (capacité de la bouteille) : CO^2 $2^{cc},7$; O $0^{cc},13$; Az $14^{cc},7$. La pauvreté de O s'explique par la rouille formée sur l'acier et par le contact avec les matières organiques de l'eau pendant plus d'un mois. Mais la quantité d'Az obtenu suffit à elle seule pour la solution de la question posée; elle est en effet sensiblement la même que celle qui est indiquée par la théorie pour 460^{cc} d'eau à 3°,3 (température à 2700^m); le très léger excès tient sans doute aux traces d'air qui adhèrent aux parois de la bouteille quand on la remplit de mercure. Il sera bon de remplacer la bouteille d'acier par une bouteille en verre épais munie d'une armature appropriée. J'ai hésité à le faire par crainte de choc trop violent, mais j'ai acquis la conviction que ce danger était peu à craindre avec une installation convenable.

» En 1843, Aimé [1] avait déjà obtenu, en gros, le même résultat que le précédent, en faisant basculer à la profondeur voulue (jusqu'à 1249^m) une éprouvette pleine de mercure et dont le mercure écoulé dans un récipient venait fermer l'orifice avant la montée. L'année dernière, M. Delebecque [2] a également obtenu la même solution au moyen d'un dispositif très semblable à celui d'Aimé et qu'il a employé jusqu'à 290^m dans le lac de Genève. Mais ces appareils ont une capacité très petite; le mode de fermeture de l'éprouvette ne convient guère à la mer pour les grands fonds, à cause des secousses inévitables qui peuvent laisser pénétrer dans l'éprouvette, pendant la montée, de l'eau des couches intermédiaires.

» Quoi qu'il en soit, il résulte de l'emploi des appareils mentionnés ci-dessus, et de mécanismes différents, que l'expérience s'accorde avec la théorie pour démontrer que la quantité des gaz dissous dans les profondeurs de la mer est indépendante de la pression et que cette quantité y est un peu plus grande qu'à la surface, en raison de leur solubilité plus grande à une plus basse température.

» Il en résulte une conséquence importante : c'est que les bouteilles ordinairement employées, notamment la bouteille Buchanan, conviennent parfaitement pour les grandes profondeurs, pourvu qu'un mécanisme quelconque (petit ballon de caoutchouc intérieur communiquant avec l'extérieur par son orifice) permette à l'intérieur de la bouteille d'être constamment en équilibre de pression avec l'extérieur, malgré les changements de température. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De l'influence du plankton sur les quantités d'oxygène et d'acide carbonique dissous dans l'eau de mer.* Note de M. **Martin Knudsen.**

« Durant les étés de 1895 et 1896, le croiseur danois l'*Ingolf* a accompli autour de l'Islande et du Groënland deux explorations des grandes profondeurs océaniques. Ces deux missions ont été organisées et dirigées par M. le capitaine de vaisseau C.-F. Wandel de la Marine royale danoise. La seconde croisière a embrassé l'Atlantique nord, de la côte méridionale d'Islande au 62° de lat. N., la partie sud du détroit de Danemark, l'océan Arctique au large des côtes nord et est de l'Islande, jusqu'à Jan Mayen.

» Chargé des travaux de Physique et de Chimie à bord, j'ai exécuté un

---

(1) Aimé, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, vol. VII, p. 501; 1843.

(2) Delebecque, *Comptes rendus*, 24 juin 1895.

grand nombre d'analyses des gaz dissous dans l'eau de mer. Toutes les expéditions organisées dans ces dernières années pour l'exploration des mers se sont livrées à des recherches de cette nature, pensant trouver des renseignements sur l'origine des eaux dans les variations de volume présentées par les gaz dans les échantillons d'eau recueillis en des localités différentes. Si la teneur de l'eau de mer en azote fournit des indications de temps et de localité sur l'afflux des eaux profondes vers la surface, en revanche les quantités d'oxygène et d'acide carbonique paraissent indépendantes de ces conditions de temps et de lieu. Les observations faites à bord du *Challenger* et celle de M. Tornoë sur les matériaux de l'expédition norvégienne ont même révélé que la teneur en oxygène des couches superficielles dépasse quelquefois la valeur que lui assignerait la loi de solubilité des gaz. M. Dittmar a vu dans ce fait une impossibilité et l'a attribué à des erreurs d'observation.

» En présence des critiques adressées par le D[r] Rördam à la méthode d'analyse, généralement en usage, de Petterson, j'ai construit un appareil permettant l'analyse des gaz à bord aussitôt après la prise de l'échantillon; ainsi se trouvent éliminées les réactions chimiques dont M. Rördam craint la production pendant le séjour de l'eau dans les ballons. Or, parmi les nombreuses analyses faites avec mon appareil, celles des gaz de la surface ont souvent révélé des variations semblables à celles qu'ont observées MM. Tornoë et Dittmar. J'ai supposé que le plankton était la cause productrice de ces variations. C'est pourquoi, à ma prière, M. Ostenfeld-Hansen, botaniste de l'expédition, effectua, chaque fois que je procédai à l'analyse des gaz, une détermination approximative de la quantité et de la nature du plankton. Ces recherches nous ont montré que la quantité d'oxygène est faible sur les points où le plankton est formé en majeure partie d'animaux, tandis que le caractère végétal prononcé de ce plankton entraîne l'abondance de l'oxygène. On sait, en effet, qu'en respirant, les animaux absorbent de l'oxygène tandis que les plantes contenant de la chlorophylle ou des substances analogues s'assimilent l'acide carbonique et dégagent de l'oxygène lorsqu'elles sont exposées à la lumière.

» Malgré la présence constante de l'atmosphère, les réactions déterminées par le plankton sur l'oxygène et l'acide carbonique de l'eau de mer, suffisent-elles à produire les variations observées? c'est ce que nous avons essayé de vérifier à bord, M. Ostenfeld-Hansen et moi, de la façon suivante :

» On remplit d'eau de mer deux bouteilles d'un litre; on les bouche après avoir introduit dans l'une d'elles un grand nombre de Copépodes vivants. L'analyse des gaz,

après un séjour de trois heures au bain-marie, montra que ces animaux avaient absorbé plus de la moitié de la quantité d'oxygène et dégagé un peu moins d'acide carbonique. Dans la mer, une quantité de Copépodes deux mille fois plus faible que celle employée dans l'expérience précédente détermine généralement une diminution de $\frac{1}{17}$ ou $\frac{1}{16}$ de la teneur en oxygène, de l'eau de mer supposée saturée d'oxygène et d'azote en proportions égales. Avant la récolte des Copépodes, l'eau a dû contenir des organismes susceptibles de s'assimiler l'acide carbonique et de dégager de l'oxygène, et il est permis d'attribuer à la présence d'animaux vivants la faible teneur en oxygène observée sur un grand nombre de points.

» Dans une autre expérience, on remplit d'eau de mer trois bouteilles d'un litre. On introduit dans deux d'entre elles des quantités égales de Diatomées. Une des bouteilles contenant ces Algues est recouverte de feuilles d'étain pour éviter l'action de la lumière. Après un séjour de trois heures au bain-marie, l'analyse des gaz montre que les Diatomées tenues à l'obscurité ont absorbé un peu d'oxygène et dégagé un peu d'acide carbonique. Au contraire, celles qui ont subi l'action de la lumière ont absorbé à peu près $\frac{1}{4}$ de la quantité totale d'acide carbonique et dégagé de l'oxygène jusqu'à en tripler la teneur. Dans la mer, les Diatomées sont souvent si abondantes que leur quantité (pour un même volume d'eau) est à peu près $\frac{1}{300}$ de celle qui a été employée dans l'expérience précédente, il n'est donc pas étonnant de trouver en certains points un excédent d'oxygène.

» Ces expériences montrent que la quantité d'acide carbonique de l'eau de mer dépend beaucoup de la nature du plankton. Cette action est due non seulement au plankton existant au moment de l'observation, mais encore à celui qui a passé dans la même masse d'eau sans s'y être complètement décomposé. Dans des localités très voisines, la quantité et la nature du plankton présentent des variations très importantes; il faut donc établir les règles de la distribution du plankton avant de présenter des conclusions sur les variations de quantité de l'acide carbonique dissous. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une pluie rouge tombée à Bizerte (Tunisie).* Note de M. **Ginestous**, présentée par M. Mascart. (Extrait.)

« Le 4 novembre 1896, de 8h à 10h du matin, il est tombé sur Bizerte une pluie chargée de corpuscules rouges. M. Bursaux, lieutenant du génie, a recueilli les résidus solides déposés par cette pluie, et j'ai pu en faire l'étude microscopique.

» Les poussières qui coloraient cette pluie étaient de nature minérale, l'élément organisé vivant faisant défaut. On a trouvé quelques carapaces de diatomées et des squelettes de rhizopodes, mais la masse était presque entièrement minérale.

» Il n'y a pas trace de matières calcaires et la silice constitue le principal élément minéral des poussières observées; on y trouve des grains transparents, à bords et angles mousses, au milieu desquels on reconnaît le quartz bipyramidé, des masses à arêtes bien déterminées, des cristaux maclés, des fragments transparents à contours géométriques avec inclusions roses et rouges, et, enfin, quelques grains colorés en rose. Ce sont ces cristaux qui donnent à la poussière sa couleur rose, qui rappelle celle du tripoli.

» L'examen à la lumière polarisée a montré que la majeure partie des éléments minéraux est formée de quartz bipyramidé et de silice amorphe; la substance rouge se comporte à la manière d'un feldspath; de beaux cristaux d'oligoclase ont été mis en évidence. Enfin, en plongeant ces cristaux dans une dissolution d'iodure de potassium et de mercure, on a reconnu que leur densité est très voisine de celle de la silice et des feldspaths.

» Aucune préparation n'a montré de mica, mais seulement du quartz et du feldspath.

» Il semble logique de conclure que la roche qui a fourni les éléments minéralogiques de la poussière observée est une pegmatite granulitique. L'absence du mica muscovite confirme cette idée, car le mica est généralement séparé des autres éléments des dépôts arénacés, sa densité opposant à l'entraînement une résistance plus grande.

» La nature des poussières minérales, ainsi que celle des squelettes siliceux des êtres organisés qu'elle renferme, pourra conduire à une notion plus précise sur leur lieu d'origine. »

PHYSIOLOGIE. — *Le refroidissement du globe, cause primordiale d'évolution.* Note de M. **R. Quinton**, présentée par M. Marey.

« On se propose de démontrer, en premier lieu, que les différents modes de reproduction qu'on observe dans l'échelle animale, particulièrement dans l'embranchement des Vertébrés (modes ovipare, marsupial, vivipare, ovipare avec couvaison), sont la conséquence immédiate du refroidissement du globe. On appréciera ensuite la valeur de ce refroidissement comme cause primordiale d'évolution.

» I. De la Note présentée sous mon nom à l'Académie dans sa séance du 13 avril 1896, il ressort que la vie débuta sur le globe dans un milieu à

haute température; elle eut d'abord pour son phénomène chimique la température même de ce milieu ambiant. Les représentants actuels de cet âge primitif sont les animaux dits *à sang froid;* ils ont adapté leurs phénomènes vitaux à des températures tombées et continuent à vivre par une température interne égale à celle du milieu. Mais, en face du refroidissement du globe, les formes nouvelles, qui apparurent, firent effort vers le maintien de la première température vitale. Un écart thermique se produisit, qui devait aller toujours en grandissant, entre le milieu chimique animal et le milieu ambiant (marsupiaux, mammifères placentaires, oiseaux).

» Le mode de reproduction des âges primitifs était l'ovipare. La Paléontologie en témoigne. Dans les terrains primaires, les formes vivantes les plus élevées n'accusent pas de mode de reproduction différent. La femelle laissait tomber un grand nombre d'œufs petits, qui, rencontrant dans le milieu leur propre chaleur spécifique, s'y développaient favorablement. La flore cryptogame répond au climat de cette époque.

» Le globe se refroidit, les formes nouvelles paraissent, l'écart thermique survient. La température spécifique n'est plus celle du milieu; si l'animal nouveau continuait à abandonner ses œufs dans les conditions du cas précédent, ceux-ci ne sauraient éclore. L'animal va donc leur dispenser sa propre chaleur spécifique; la poche marsupiale, la viviparité, la couvaison en seront les trois moyens.

» Pour son développement, l'embryon exige une nourriture. Mais sa taille est si restreinte les premiers jours que, si la nourriture lui parvenant ne se trouvait point à sa température, elle arrêterait son développement. C'est ainsi que l'oiseau chauffe d'abord, peut-on dire, la substance nutritive de l'œuf. Chez le marsupial, dont l'œuf est sans réserve alimentaire, une organisation nouvelle paraît, dont la fin est de procurer par l'allaitement à l'embryon cette nourriture chaude qui lui est chimiquement nécessaire. Les marsupiaux caractérisent l'époque secondaire, propre à la flore gymnosperme.

» Le refroidissement du globe croissant, la viviparité, qui marque les temps tertiaires, paraît et s'accompagne de la flore angiosperme. Son progrès sur le mode marsupial est flagrant. Mais une alimentation placentaire remplaçant l'alimentation marsupiale lactée, l'organisation mammifère marsupiale devrait, semble-t-il, disparaître. Elle persiste pour des raisons que voici. Le fœtus expulsé tombe dans un milieu froid. Sous peine de mourir, le jeune doit se maintenir dans sa température spécifique. Or,

sa perte de calorique, en raison de sa surface, est énorme proportionnellement à sa masse (153 calories contre 100 chez l'animal adulte : Richet). Cette perte, qui lui est un péril, le jeune ne peut la diminuer que par un accroissement rapide de sa masse; une fois né, il est donc tenu, comme on voit, à deux obligations primordiales : 1° produire une quantité de chaleur supérieure à la quantité de l'état adulte; 2° croître. Ces deux obligations disent assez la nécessité d'une nourriture particulière, d'assimilation rapide, de principes nutritifs parfaits, et continuellement prête.

» L'organisation mammifère, qui y répond, eût été sans utilité chez l'animal dit *à sang froid*. Aucune combustion sensible ne nécessite chez lui une alimentation constante, ni n'exige du jeune une croissance rapide. Que la nourriture vienne à manquer à celui-ci, son développement s'arrête, sa vie n'est point compromise. Une portée de vipères, que j'ai tenue sans nourriture, de sa mise-bas vers la fin d'août jusqu'à l'époque de l'hivernage, n'a pas semblé pâtir.

» Ainsi, les organisations marsupiale, vivipare, mammifère, ovipare avec couvaison, provoquées par l'écart thermique entre le milieu spécifique et le milieu ambiant, relèvent directement du refroidissement du globe.

» II. L'importance du refroidissement du globe apparaît du coup comme cause capitale d'évolution. Si le globe ne s'était point refroidi, il ne compterait à sa surface ni un oiseau, ni un mammifère.

» Cette formule doit s'entendre dans un sens absolu. Il ne conviendrait pas, en effet, qu'on imaginât la classe mammifère subsistant dans tous ses caractères généraux, moins un, qui serait celui de l'allaitement ou de la fécondation. Car, comme on va le montrer, *ce qui décide en premier du type anatomique d'un être, ce n'est aucunement la façon dont il vit, mais celle dont il se reproduit*.

» La communauté de mœurs, d'habitat, de nutrition n'est capable d'entraîner chez deux êtres à mode de reproduction différent (baleine et poisson, chauve-souris et oiseau, reptile et marmotte hibernants) que des communautés anatomiques superficielles et souvent nulles, tandis que le seul fait de se reproduire d'une façon commune impose aux êtres, les plus opposés comme mécanisme de vie, une communauté anatomique poussée à l'identité. Tous les mammifères sont plus voisins entre eux, malgré leurs genres de vie les plus inverses, qu'un mammifère ne peut l'être d'un poisson ou d'un oiseau au genre de vie commun. Ainsi, *les causes habituellement regardées comme causes primordiales d'évolution*, telles que le fait pour l'animal d'être carnivore, herbivore, amphibie, terrestre ou aérien, *ne décident anatomi-*

quement que de modifications superficielles, alors que *le mode de reproduction, qui varie, apporte dans la constitution animale une refonte du type anatomique*. La puissance du mode de reproduction sur la détermination du type anatomique est telle, que les seules classifications qui paraissent immuables sont celles basées sur les caractères de la reproduction. (Vertébrés à respiration branchiale, à reproduction avec métamorphose; anamniotes, anallantoïdiens. Vertébrés à respiration pulmonaire, à reproduction sans métamorphose; amniotes, allantoïdiens. Reptiles, ovipares; oiseaux, à couvaison; mammifères.)

» Bref, si l'on considère à quel point sont liées au mode de reproduction l'anatomie et la physiologie des êtres, et à quel point ce mode de reproduction peut seul les déterminer, il ressortira que, seul, le fait de l'incubation marsupiale et vivipare était capable de causer l'apparition de la classe mammifère dans tous ses caractères généraux.

» Si le globe ne s'était point refroidi, quelles que soient les causes d'évolution qu'on imagine, le type animal ne fût point sorti du stade reptilien. L'oiseau, qui n'a modifié que superficiellement son mode de reproduction, y est, comme on sait, demeuré.

» Les théories évolutionnistes étaient toujours restées muettes sur les causes d'apparition des grandes classes. Ces causes s'éclairent ici pour les deux classes capitales du règne animal, les Oiseaux et les Mammifères. »

M. Tiffereau demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 29 octobre dernier.

Ce pli, ouvert en séance, contient une Note destinée à démontrer que les métaux ou les métalloïdes sont des corps composés.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

ERRATA.

(Séance du 7 décembre 1896.)

Note de M. *Maurice d'Ocagne,* Sur les équations représentables par trois systèmes linéaires de points cotés :

Page 990, ligne 7, *au lieu de* $p_3 = \frac{B_3 - A\rho'_3}{\rho''_3 - \rho'_3}$, *lisez* $p_3 = \frac{B_3 - A\rho'_3}{\rho'_3 - \rho''_3}$.

Même page, ligne 18, *au lieu de* $m_2 = 1$, *lisez* $m_2 = -1$.

» » *au lieu de* $(A - 1)\rho_2$, *lisez* $(A + 1)\rho_2$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 21 DÉCEMBRE 1896,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CORNU.

M. A. Cornu prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

« L'étude désintéressée des grands phénomènes de la nature a eu souvent le privilège de conduire à des résultats considérables dans des directions bien éloignées de celles que le public croyait apercevoir, parfois aussi de celles que les chercheurs eux-mêmes avaient primitivement en vue.

» Lorsque Volta, Ampère ou Faraday étudiaient la production ou la transformation de l'électricité sur des phénomènes minuscules, qui donc, à l'exception de quelque rare génie, pouvait imaginer que leurs découvertes arriveraient à changer la face du monde, à modifier les conditions sociales et à créer la richesse dans des régions déshéritées.

» Lorsque Lavoisier, Gay-Lussac, Schwann, Cagniard-Latour étudiaient la fermentation de la bière ; lorsque Pasteur, reprenant la question, suivait patiemment le développement de ces êtres microscopiques dans les générations dites *spontanées*, dans les maladies des vins ou des vers à soie, qui aurait pu prévoir qu'un jour viendrait où cet admirable enchaînement

de travaux aurait une sanction intéressante pour l'humanité, où l'on parviendrait à démontrer que ces infiniment petits sont l'un des facteurs les plus redoutables de la vie humaine? C'est pourtant la conclusion de toutes ces recherches. Pasteur, en effet, dans sa longue et fructueuse carrière, nous a appris qu'il est possible de spécifier ces organismes, de les combattre et même de les diriger; car, suivant qu'ils sont pour nous des alliés ou des ennemis, ils ont le pouvoir de conférer une immunité certaine ou de conduire fatalement à la mort.

» Le public ne voit que le succès final; il ignore généralement le point de départ, souvent mystérieux, de ces recherches; il ignore surtout ce qu'il a fallu d'efforts et de persévérance pour arriver à ce qu'on nomme vulgairement une découverte pratique; il serait même enclin à dédaigner la Science abstraite, source de toutes ces méditations, et à mesurer le mérite du savant à l'utilité immédiate, pour ainsi dire à la valeur commerciale de ses découvertes.

» L'utilitarisme est, en effet, une des maladies de notre société actuelle, peut-être l'une des plus graves, parce qu'elle tend à briser l'essor de l'esprit humain vers l'idéal et à le rabaisser au culte exclusif des intérêts matériels. L'histoire des grandes découvertes du siècle, fruit d'études longues et désintéressées, devrait au contraire montrer que la source des progrès réels est moins dans l'exploitation des résultats acquis que dans la recherche libre, abstraite, fantaisiste même, en un mot dans la Science pure et indépendante, largement ouverte à toutes les aspirations de l'intelligence.

» L'année qui vient de s'écouler nous offre précisément un exemple de ces résultats surprenants, somme des efforts accumulés de plusieurs générations de savants, dont le point de départ était bien modeste, mais dont les conséquences ont pris une ampleur et une importance exceptionnelles.

» Je veux parler de la découverte de M. le professeur Röntgen dont je ne puis guère, en ma qualité de physicien, me dispenser de vous entretenir aujourd'hui, car les fameux rayons X ont été, pour le public, comme pour les savants, l'événement scientifique de l'année.

» Je vais donc vous conter leur histoire, qui d'ailleurs est assez instructive.

» Pour trouver le premier germe de leur développement, il faut remonter jusqu'au milieu du siècle dernier. A cette époque, l'étude des phénomènes électriques récemment découverts excitait un vif intérêt; l'assimilation si hardie des expériences de laboratoire avec les manifestations

grandioses qui ont leur siège dans les nuages orageux, l'explication des éclairs et de la foudre, l'invention du paratonnerre par Franklin avaient frappé les imaginations et répandu le goût des expériences d'électricité : la Physique était devenue un divertissement à la mode. Les gens de qualité ne dédaignaient pas d'aller écouter les leçons de l'abbé Nollet, maître de Physique de Monseigneur le Dauphin, et de suivre les démonstrations que l'habile expérimentateur répétait sous leurs yeux. Les gravures du temps nous retracent quelques-unes de ces séances; on y voit pimpants et coquets de jeunes abbés de cour, d'élégants cavaliers, des dames en grande toilette, empressés autour d'appareils aux formes étranges, prendre plaisir à tirer les étincelles de la machine électrique ou à exciter de brillantes aigrettes. L'expérience des *aigrettes dans le vide* était l'une des plus curieuses par le volume et l'éclat que revêt alors l'effluve lumineux. On les obtenait dans l'*œuf électrique,* globe de verre transparent où deux tiges métalliques terminées en boules laissent jaillir la décharge électrique; l'étincelle, d'abord en zigzag comme l'éclair, s'étale peu à peu à mesure qu'on fait le vide : observée dans l'obscurité, on la voit s'étendre jusqu'à remplir tout le globe d'une magnifique gerbe rose ou violacée.

» Telle est l'expérience simple et charmante qui, après avoir fait la joie des dilettanti de la Physique, a conduit finalement à ces fameux rayons doués de propriétés si curieuses; mais la route a été fort longue.

» Pendant près d'un siècle, rien de nouveau n'est ajouté à l'analyse de ce brillant phénomène; c'est seulement en 1843 qu'Abria, de Bordeaux, occupé de recherches sur l'induction, eut l'idée de faire passer la décharge induite à travers l'œuf électrique; il reconnut qu'à un certain degré de vide, la belle lueur violette diffusée dans tout le globe devient stratifiée, c'est-à-dire divisée en tranches alternativement brillantes et sombres; de plus, la boule positive présente toujours une aigrette, la boule négative une sorte de gaine obscure; c'est cette gaine qui jouera bientôt le rôle décisif. Après Abria, la décharge stratifiée, excitée avec des appareils électriques plus puissants, est étudiée en Angleterre et en Allemagne par Gassiot, Warren de la Rue, Spottiswoode, Hittorf et Crookes; la forme du globe prend définitivement celle d'une ampoule allongée munie de deux électrodes qui remplacent les deux tiges de l'œuf électrique.

» Les stratifications régulières s'y montrent au degré de vide et avec les caractères signalés par Abria, à savoir : une aigrette à l'électrode positive, une gaine sombre à l'électrode négative, désormais nommée *cathode*.

» Il va sans dire que ces expériences n'étaient pas, comme au siècle

dernier, de simples récréations pour le plaisir des yeux; on espérait y découvrir le mécanisme de la décharge, c'est-à-dire résoudre le grand problème de la propagation de l'électricité. Mais sous ce rapport l'espoir fut déçu et toute recherche dans cette voie risquait d'être abandonnée lorsque M. Crookes, guidé par des vues théoriques sur l'état de la matière dans les gaz raréfiés, chercha ce que deviendrait la décharge électrique en poussant la raréfaction à l'extrême.

» Il observa alors une série de phénomènes nouveaux : à mesure que le vide augmente, la gaine obscure de la cathode grandit, chassant devant elle les stratifications qui s'évanouissent l'une après l'autre; lorsque enfin la gaine obscure remplit tout l'espace, le verre de l'ampoule devient fluorescent surtout à l'opposite de la cathode. M. Crookes voit dans ce phénomène la confirmation de ses idées; pour lui ce sont les molécules du gaz raréfié, repoussées par l'électricité négative, qui bombardent le fond de l'ampoule et par leurs chocs font jaillir ces lueurs. Il institue alors une série d'expériences fort curieuses pour démontrer l'existence de ces projectiles; ici, il les arrête par un écran intérieur en aluminium, l'ombre de l'écran se peint alors au fond du tube; ailleurs, il emploie leur impulsion à faire tourner un moulinet; enfin, dans un dispositif spécial, qu'on appellera plus tard le *tube focus*, il dirige les feux convergents de cette artillerie invisible sur un point déterminé, véritable foyer où les corps réfractaires, le rubis, le platine jettent un éclat éblouissant.

» Ces brillantes expériences de M. Crookes, imaginées il y a une vingtaine d'années, firent une vive impression; elles furent répétées dans diverses conférences auxquelles beaucoup d'entre vous ont certainement assisté et dont le succès rappelait, à un siècle et demi de distance, la vogue des leçons de Physique expérimentale de l'abbé Nollet.

» Mais la gloire passe vite en ce monde; la mode change, les renommées s'évanouissent; le tube de Crookes tomba bientôt dans l'oubli et alla rejoindre, dans les vitrines des collections, l'œuf électrique, son aïeul; ce pauvre abandonné méditait depuis quinze ans sur l'inconstance de la faveur populaire lorsqu'un beau jour, il se voit tirer de sa solitude. Herz, guidé par d'autres vues, le reprend et vérifie que le bombardement moléculaire traverse l'écran d'aluminium enfermé dans l'ampoule lorsqu'il n'est pas trop épais; les physiciens, sachant depuis longtemps que l'argent en couche mince, opaque pour la lumière, est transparent pour les rayons ultra-violets, n'y virent rien d'extraordinaire. Mais le phénomène devint autrement intéressant quand M. Philipp Lénard, profitant de cette trans-

parence de l'aluminium, fit sortir dans l'air ces rayons cathodiques jusque-là confinés dans le vide, en perçant l'ampoule d'une très petite fenêtre fermée par une lame mince de ce métal. Les radiations filtrées à travers cette singulière vitre excitent la fluorescence, impressionnent les plaques photographiques, déchargent les corps électrisés, et même traversent une feuille de papier noirci. Toutes ces propriétés, étudiées minutieusement par M. Lénard, sont précisément celles auxquelles M. Röntgen devait quelques mois plus tard donner un si grand retentissement; il est juste de le proclamer afin de bien mettre en lumière ces laborieux efforts, précurseurs ordinaires des grandes découvertes.

» Malheureusement les appareils de M. Lénard étaient complexes, délicats à manier et ne formaient qu'un mince faisceau de ces rayons si curieux; la découverte avait donc besoin d'être complétée par l'invention d'un dispositif plus simple et surtout capable de fournir un rayonnement intense et copieux.

» C'est le hasard, ce hasard heureux dont savent seuls profiter les observateurs perspicaces, qui mit aux mains de M. Röntgen l'appareil définitif, simple et puissant. Un tube de Crookes, enfermé dans une boîte de carton, fut mis en action au fond d'un laboratoire obscur; une plaque fluorescente se trouvait par hasard à côté, elle s'illumina.

» M. Röntgen l'aperçut; il en conclut immédiatement que les radiations cathodiques d'un simple tube de Crookes sont assez intenses pour traverser l'ampoule de verre et le carton épais. La photographie à travers les corps opaques était inventée.

» Vous savez le reste : M. Röntgen constitua bientôt une méthode d'investigation des plus précieuses qu'il sut imposer à l'attention publique par cette image un peu macabre d'une main transparente laissant voir son squelette. La Chirurgie et même la Pathologie ont déjà largement bénéficié de la nouvelle méthode; les rayons Röntgen, puisque c'est ainsi qu'on les nomme désormais, décèlent dans le corps humain les objets étrangers cachés dans l'épaisseur des chairs, les affections des os ou des cartilages; ils permettent même de contrôler le diagnostic des épanchements pleurétiques, comme l'a récemment annoncé notre confrère M. Bouchard. A mesure que la technique se perfectionnera, les applications médicales deviendront plus faciles et plus étendues; la méthode de M. Röntgen est donc appelée à concourir au soulagement des infirmités humaines : c'est donc un nouveau bienfait à mettre à l'actif de la Science pure.

» J'ai déjà un peu abusé de votre patience en vous parlant si longue-

ment de ces rayons; je dois pourtant ajouter quelques mots sur une de leurs propriétés qui leur donne un intérêt théorique considérable.

» Il s'opère, depuis quelques années, un grand mouvement dans le domaine des relations entre l'électricité et la lumière. Les travaux de Hertz ont conduit à prouver que les actions électriques sous forme oscillatoire se propagent dans l'air ou dans le vide avec une vitesse égale à celle de la lumière; les ondes électriques et les ondes lumineuses sont donc les mouvements du même milieu. Les rayons cathodiques, ayant la propriété soit de décharger les corps électrisés, soit de revêtir eux-mêmes une sorte de charge électrique qui les rend sensibles à l'action des aimants, ajoutent un lien nouveau entre la lumière et l'électricité ; il reste encore bien des obscurités à percer, mais on sent que les physiciens sont à la veille d'opérer une de ces grandes synthèses mécaniques des agents naturels, semblable à celles qu'on doit au génie de Fresnel et d'Ampère.

» C'est dans cette voie qu'ont été dirigées, pendant sa longue et belle carrière, les méditations du grand physicien, notre illustre et vénéré Confrère, M. Fizeau, que nous avons perdu il y a quelques mois : c'est à lui que la Science est redevable d'admirables méthodes embrassant le domaine entier de la Philosophie naturelle : vitesse de la lumière, vitesse de l'électricité, entraînement des ondes lumineuses par la matière pondérable, voilà les questions qu'il a tour à tour attaquées et résolues. L'une de ses plus ingénieuses conceptions, celle que les physiciens et les astronomes appellent maintenant *la méthode Doppler-Fizeau,* résume ses deux qualités essentielles, la hardiesse et la précision; cette méthode est en effet fondée sur l'idée d'associer l'infiniment petit à l'infiniment grand dans une même mesure; c'est ainsi qu'il évalue par une fraction d'onde lumineuse la vitesse radiale des astres situés à des millions de fois la distance au Soleil.

» En ramenant nos pensées vers l'Astronomie, nous ravivons le souvenir du plus récent de nos deuils, de la mort imprévue de notre jeune et brillant Confrère, si aimé de tous, Félix Tisserand, directeur de l'Observatoire de Paris, enlevé au moment où le beau *Traité de Mécanique céleste* qu'il venait de terminer le plaçait au premier rang des astronomes modernes.

» A ces deux tristes souvenirs, il faut malheureusement en ajouter bien d'autres; l'année a été cruelle pour l'Académie. Nous avons vu successivement disparaître Jules Reiset, l'agronome éminent, ami et collaborateur de Victor Regnault; le Dr Sappey, l'habile anatomiste dont vous admiriez

ici même la stature majestueuse, la longue chevelure blanche et le regard profond; Daubrée, l'initiateur de la Géologie expérimentale, resté jeune et enthousiaste jusqu'au dernier jour; Resal, esprit primesautier et inventif, auquel la Mécanique théorique et appliquée doit tant d'idées originales; enfin le laborieux botaniste et micrographe Trécul, qui vécut volontairement solitaire et pauvre, travaillant sans relâche dans sa modeste cellule jusqu'à l'heure où le mal qui devait l'emporter brisa les ressorts de sa robuste constitution.

» Il m'aurait été bien doux de rappeler les plus beaux travaux de ces Confrères disparus, surtout de ceux qui furent mes maîtres et dont l'affection m'était si chère; mais l'heure presse et je dois me borner à leur adresser ce rapide souvenir.

» J'aurais également désiré, après avoir souhaité la bienvenue à nos nouveaux Confrères, MM. Müntz dans la Section d'Agronomie, Marcel Bertrand, Michel-Lévy dans la Section de Minéralogie, et Rouché dans celle des Académiciens libres, passer en revue les plus méritants de nos lauréats et montrer l'activité scientifique qui rayonne autour de l'Académie; je les abandonne à regret pour ne mentionner que deux témoignages exceptionnels.

» La médaille Arago, que l'Académie décerne si rarement, a cette année été donnée deux fois : d'abord à notre vénéré Confrère M. Antoine d'Abbadie, le doyen des voyageurs français. En ce moment où la France cherche à développer sa légitime influence sur le continent noir, on ne saurait proposer aux jeunes explorateurs un meilleur modèle que M. d'Abbadie. Dès 1829, au sortir du collège, il forma le projet d'explorer l'Afrique Orientale et se prépara à ce voyage pendant six années; chargé entre temps par l'Académie d'aller faire au Brésil une expédition magnétique, il partit pour l'Afrique en 1837. Il y passa dix années à relever avec une exactitude minutieuse la carte de l'Éthiopie qui sert encore aujourd'hui de base aux travaux des géographes, et à recueillir les documents les plus complets sur les habitants, les coutumes et les idiomes de cette région.

» Passionné pour l'Astronomie et la Physique terrestre, il a fondé, à Abbadia, près d'Hendaye, un observatoire dont il a fait généreusement donation à l'Académie avec toutes les ressources nécessaires pour continuer et mener à bonne fin les recherches qu'il a entreprises. Je suis heureux de lui offrir ici un témoignage public de notre gratitude.

» La seconde médaille Arago a été offerte à M. le professeur William Thomson, aujourd'hui Lord Kelvin, l'illustre doyen de nos Associés étrangers, à l'occasion de la solennité organisée pour fêter la cinquantième année de son élection comme professeur de Philosophie naturelle à l'Université de Glasgow. Je ne saurais mieux faire que de citer un passage du discours de notre Confrère M. Mascart, que l'Académie avait délégué à cette cérémonie.

» Après avoir présenté nos félicitations et rappelé que Lord Kelvin, Président de la Société Royale de Londres, était venu au centenaire de l'Institut de France exprimer les sentiments de cordialité de cette grande et célèbre institution, M. Mascart ajoutait :

« Dans une autre occasion où vous parliez en votre nom personnel, vous » nous avez causé une profonde émotion en déclarant que vous aviez une » dette de reconnaissance envers notre pays, que nos grands esprits tels » que Fourier, Laplace et Sadi Carnot avaient été vos inspirateurs et que » vous considériez la France comme l'*alma mater* de votre jeunesse » scientifique.

» Si la dette existe, vous l'avez payée avec usure. Dans la longue série » de travaux et de découvertes que jalonne votre admirable carrière, une » des plus nobles que l'on puisse rêver, vous avez abordé toutes les ques- » tions de cette science, à laquelle la littérature anglaise conserve le beau » nom de *Philosophie naturelle,* soit pour contribuer aux progrès des » conceptions théoriques, soit pour en déduire des applications utiles au » développement de l'industrie et au bien de l'humanité. »

» Rien ne fut plus touchant que le nombre et l'unanimité des témoignages apportés de toutes les parties du monde à ce descendant d'une famille de fermiers irlandais qui a su conquérir par la puissance de son esprit un renom universel; qui a mérité d'être élevé par le suffrage de ses admirateurs aux plus hautes dignités scientifiques, et par le gouvernement de son pays au plus haut rang social.

» Rien de plus réconfortant, de plus consolant pour l'avenir que le spectacle de ces honneurs rendus par des délégués de toutes les nations à ces grands savants comme Lord Kelvin, comme naguère Pasteur, qui représentent si bien la Science dans ce qu'elle a de plus élevé et en même temps de plus bienfaisant. Les nations modernes, bien que courbées sous le joug des intérêts matériels et écrasées sous la loi barbare du fer et du sang, savent, aux grandes occasions, lever les yeux vers les régions sereines

rayonnant au-dessus des haines et des convoitises et fêter ensemble les grands hommes dont le labeur accroît le patrimoine commun de l'intelligence, le prestige de leur Patrie, en même temps que le bien-être de l'humanité. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1896.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Darboux, Picard, Poincaré, Hermite; Jordan, rapporteur.)

L'Académie avait proposé la question suivante :

Perfectionner en un point important la théorie algébrique des groupes de substitution entre n lettres.

Parmi les trois Mémoires parvenus au Secrétariat, la Commission a particulièrement distingué le n° 2, portant l'épigraphe *Labor improbus non omnia vincit* et intitulé « Recherches sur la classe et l'ordre des groupes de substitutions ».

Ce Travail est divisé en deux Parties :

Dans la première, l'auteur étudie la classe des groupes primitifs isomorphes aux groupes symétrique ou alterné. Il partage ces groupes en trois catégories. Pour les deux premières, il détermine la classe avec précision; pour la troisième, beaucoup plus difficile, il se borne à en assigner une limite inférieure en montrant qu'elle est au moins égale à la moitié du

degré. Ce théorème remarquable, analogue à ceux que M. Bochert avait trouvés pour les groupes plusieurs fois transitifs, est le résultat le plus saillant contenu dans cette première Partie.

La seconde Partie a pour objet la détermination d'une limite supérieure de l'ordre des groupes qui ne contiennent pas le groupe alterné.

Cette importante question est déjà ancienne, et M. Bertrand lui a consacré jadis un Mémoire célèbre qui a été l'origine de toutes les recherches récentes sur les substitutions. Parmi les géomètres qui ont suivi ses traces, il faut surtout signaler M. Bochert, à qui l'on doit ce beau théorème :

L'ordre O *d'un groupe de degré n, qui ne contient pas de substitution circulaire ternaire, ne peut surpasser la limite*

$$\frac{n!}{\mathrm{E}\left(\frac{n+1}{2}\right)!}.$$

M. Bochert avait annoncé qu'il était possible de restreindre encore cette limite, lorsque l'on possède une limite inférieure de la classe u du groupe considéré, mais il n'a pas publié sa méthode. L'auteur du Mémoire actuel s'est proposé avec succès de combler cette lacune. Les théorèmes qu'il a établis dans la première section de son Travail sont pour la plupart d'une nature trop complexe pour être énoncés ici; nous nous bornerons à citer celui-ci :

On aura, quel que soit l'entier β,

$$\mathrm{O} < \frac{n!}{\left(\mathrm{E}\frac{\beta}{\beta+1}n\right)!}$$

dès que u et n surpasseront certaines limites, fonctions de β.

Dans la deuxième section, l'auteur considère le cas où O n'est pas un multiple de 6 et obtient, dans ce cas, un résultat d'une remarquable simplicité

$$\mathrm{O} < 2^{2n}$$

Il généralise ensuite cette méthode (troisième section) pour l'étendre au cas où O n'est divisible par aucun nombre premier inférieur à un nombre premier donné p.

Enfin, dans la quatrième section, l'une des plus intéressantes du Mémoire, l'auteur examine le cas où O n'est pas divisible par un nombre pre-

mier donné p supérieur à 3; il arrive à cette curieuse formule

$$0 < 2(4h)^{n-2h}e,$$

h désignant le produit

$$h = 2.3^{\frac{1}{2}}.5^{\frac{1}{4}}\ldots$$

étendu à tous les nombres premiers qui précèdent p.

Les diverses méthodes employées dans ce Mémoire sont ingénieuses, et simples dans leurs principes, bien qu'entraînant à des calculs assez complexes. Ceux-ci demanderaient à être un peu plus développés sur quelques points. Quant aux résultats, ils sont à la fois nouveaux et intéressants, et se rapportent à des parties difficiles de la théorie.

La Commission juge, en conséquence, qu'il y a lieu de décerner le prix à ce Mémoire.

M. le Président ouvre en séance le pli cacheté annexé au Mémoire n° 2, qui porte la devise : *Labor improbus non omnia vincit.*

L'auteur du Mémoire couronné est M. **Edmond Maillet**, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Picard, M. Lévy, Appell, Darboux; Poincaré, rapporteur.)

Le sujet proposé par l'Académie était *la théorie des lignes géodésiques*. Deux Mémoires ont été envoyés au concours. Le Mémoire n° 2 a surtout attiré l'attention de la Commission.

L'auteur démontre d'abord le théorème fondamental qui lui sert de point de départ. Soit V une fonction quelconque uniforme des coordonnées de la surface. La surface peut être partagée en deux régions; dans la première, quand on suivra une géodésique, la fonction V pourra avoir des maxima, mais ne pourra avoir de minima; dans la seconde, ce sera l'inverse.

Comme, en laissant de côté certaines géodésiques exceptionnelles, la fonction V doit avoir une infinité de maxima et de minima, on conclut aisément que chaque géodésique doit passer une infinité de fois dans cha-

cune de ces régions et, par conséquent, franchir une infinité de fois la ligne qui les sépare.

La fonction V étant arbitraire dans une très large mesure, on conçoit qu'on puisse tirer de là les théorèmes les plus variés.

J'en citerai seulement deux :

Sur une surface fermée à courbure partout positive, deux géodésiques fermées se coupent toujours.

Sur une surface à courbures partout opposées, il ne peut y avoir qu'une géodésique fermée sans point double.

Les résultats précédents s'étendent sans difficulté aux équations de la Dynamique quand il y a deux degrés de liberté. Mais il n'en est plus de même quand le nombre des degrés de liberté est plus considérable.

On n'a plus alors deux régions, mais trois régions; dans la première, il ne peut y avoir que des maxima de V; dans la seconde, il ne peut y avoir que des minima; dans la troisième, il peut y avoir des maxima et des minima. Tout ce que l'on peut affirmer alors, c'est qu'aucune trajectoire ne peut rester indéfiniment dans l'une des deux premières régions.

Du résultat ainsi restreint l'auteur a su cependant tirer une conséquence intéressante, je veux parler de la démonstration de la réciproque du théorème de Dirichlet. D'après cette réciproque, l'équilibre est instable quand la fonction des forces n'est pas maximum.

Cette proposition a été souvent énoncée sans démonstration; l'auteur la démontre rigoureusement en laissant de côté certains cas exceptionnels. Malheureusement, sur ce point il avait été devancé.

M. Kneser avait déjà traité la même question dans le *Journal de Crelle*, et M. Liapounoff s'en était également occupé. M. Kneser n'examine, il est vrai, qu'un cas particulier, celui où la fonction des forces est minimum; mais M. Liapounoff traite le cas général. L'auteur du Mémoire a ajouté une discussion qui lui appartient en propre, et, d'ailleurs, la façon dont il rattache ce théorème à une théorie plus générale n'est pas sans intérêt.

Il est sans doute excusable de n'avoir pas connu le Mémoire de M. Liapounoff, qui n'a paru qu'en langue russe; la priorité n'en appartient pas moins incontestablement au savant de Kharkow.

L'auteur montre également, mais en se bornant à une simple indication, comment les mêmes procédés sont applicables à la question de la stabilité des mouvements périodiques.

Il indique également comment on pourra restreindre encore les régions où une trajectoire donnée doit forcément pénétrer, comment on peut trouver une relation d'inégalité entre le maximum absolu et le minimum absolu de V, mais là encore il doit se contenter de simples indications.

Une question assez différente, mais très importante, est abordée à la fin du Mémoire : c'est celle du domaine propre et du domaine étendu d'une trajectoire. L'auteur appelle ainsi l'ensemble dérivé de l'ensemble des points d'intersection de cette trajectoire avec une courbe fermée quelconque, et divers autres ensembles analogues qu'on peut en déduire. Il ne fait qu'effleurer cette question si difficile et arrive à quelques résultats partiels.

Il semblera d'abord que le Mémoire que nous venons d'analyser ne contient que fort peu de résultats, surtout si l'on considère que l'un d'eux n'était pas inédit. Mais la Commission a jugé que l'auteur avait montré une grande ingéniosité d'esprit, avait mis en avant une foule d'idées nouvelles qui, selon toute apparence, seront un jour fécondes; le temps seul lui a manqué pour en tirer un plus grand parti. Le petit nombre de résultats précis qui sont énoncés dans ce travail suffit pour ne laisser aucun doute à cet égard. La Commission estime en conséquence qu'il y a lieu de décerner le prix Bordin au Mémoire n° 2 portant pour devise

Tolluntur in altum ut lapsu graviore cadant,

et dont l'auteur est M. **Jacques Hadamard**, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Darboux, Hermite, Poincaré, Picard ; J. Bertrand, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Francœur pour l'année 1896 à M. **A. Valson**, pour l'ensemble de ses travaux et particulièrement pour le concours si dévoué qu'il a apporté à la publication des douze premiers Volumes des *Œuvres de Cauchy*.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Sarrau ; J. Bertrand, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Poncelet pour l'année 1896 à M. **Painlevé** pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. de Bussy, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye ; Guyou, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer un prix de *mille francs* à M. **Darrieus**, pour un Ouvrage ayant pour objet *le perfectionnement de nos forces navales*.

Rapport sur les travaux de M. Baule.

Lorsque l'amiral Fleuriais conçut l'idée d'appliquer le gyroscope à la détermination des hauteurs des astres à la mer, il fit construire un premier modèle dont il arrêta les dimensions et les poids par tâtonnements, en s'attachant surtout à réaliser le principe fondamental d'une précession lente, principe auquel l'avait conduit une certaine analogie entre le mouvement pendulaire et le mouvement du gyroscope.

Après avoir soumis ce modèle à quelques essais à terre, il en fit construire quelques exemplaires qu'il confia à divers officiers, pour être expérimentés à la mer. Ces premières expériences révélèrent naturellement quelques imperfections ; mais leurs résultats furent néanmoins assez satisfaisants

pour donner confiance dans l'avenir. L'exactitude du principe était désormais hors de doute, ainsi que la valeur pratique des dispositions ingénieuses imaginées par l'amiral pour réaliser dans la lunette du sextant une ligne d'horizon artificielle. Mais les détails de construction réclamaient encore de nombreux perfectionnements : il fallait arriver à un réglage méthodique de la distribution des poids et des moments d'inertie, et procéder à une analyse minutieuse des erreurs que révélait la pratique, pour les éliminer ou, tout au moins, pour en discerner les lois.

Une étude de ce genre ne pouvait être faite qu'avec l'aide de la Mécanique rationnelle ; elle fut entreprise par le lieutenant de vaisseau Baule, commandant d'un des grands paquebots des Messageries, *la Plata*.

M. **Baule** mit à profit ses traversées entre la France et le Brésil pour faire, avec le concours de ses officiers, de nombreuses observations avec le gyroscope, et consacra personnellement ses loisirs à la mer à une étude théorique minutieuse de l'instrument. Les résultats de ses recherches expérimentales et théoriques ont été publiés dans un Mémoire intitulé : *Note sur la toupie du commandant Fleuriais*, inséré dans la *Revue maritime* en 1890.

Après une description succincte de l'instrument, il indique, dans ce Mémoire, les méthodes qu'il a employées pour déterminer la position du centre de gravité, les deux moments d'inertie principaux et le centrage mécanique du gyroscope. Ce sont ces méthodes qu'emploie aujourd'hui le constructeur pour régler ses appareils.

Il étudie ensuite les effets de la résistance de l'air sur la rotation (à cette époque le gyroscope tournait à l'air libre), puis le mouvement du pivot dans sa crapaudine, analyse les causes du redressement de l'axe sous l'influence des frottements, et démontre que son sommet décrit autour du zénith une lonodromie. Cette lonodromie coupe les verticaux suivant un angle d'autant plus aigu que la pointe est plus mousse; elle est indépendante de la forme de la crapaudine.

M. Baule montre enfin que la rotation de la Terre, dont nous sommes si habitués à négliger les effets dans les phénomènes d'ordre pratique, introduit dans les observations à l'horizon gyroscopique une erreur sensible. Il fait voir que, par suite de la petitesse de l'inclinaison de l'axe pendant le mouvement, les effets de la rotation de la Terre se traduisent par une inclinaison apparente de la verticale vers le Nord ou vers le Sud, suivant le sens de la rotation du gyroscope. Dans le modèle en service,

cette inclinaison a pour valeur, en minutes, le produit de 5 par le cosinus de la latitude.

Tous les résultats de la théorie de M. Baule ont été soumis par lui-même à de nombreuses vérifications, dans des expériences dont une partie est citée dans le Mémoire, puis par d'autres expérimentateurs, et ont été trouvés bien conformes à la réalité.

On conçoit aisément de quelle utilité ont dû être pour l'inventeur ces études minutieuses et précises des détails de l'instrument, et l'on voit en outre que c'est à M. Baule que l'on doit la connaissance des deux principales corrections des observations : celle du redressement et celle de la rotation de la Terre.

Par conséquent, tout en laissant à l'amiral Fleuriais le mérite de son invention si précieuse pour la Navigation, il est juste de reconnaître que M. Baule, par ses savantes études, l'a beaucoup aidé à l'amener au degré de perfection qu'elle a atteint aujourd'hui.

Pour ces raisons, votre Commission vous propose d'attribuer au lieutenant de vaisseau **Baule** un prix sur les fonds alloués par le Ministre de la Marine pour récompenser les travaux de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Rapport sur les travaux de MM. Schwerer, Blot, Monaque, Morache, Paqué, Terrier *et* de Vanssay.

Lorsque, dans le courant de l'année 1895, le Bureau des Longitudes décida de provoquer l'envoi dans diverses régions du globe d'observateurs pour recueillir des mesures destinées au perfectionnement des Cartes magnétiques, il demanda au Ministre de la Marine de vouloir bien lui prêter le concours de plusieurs officiers de son département. M. le Vice-Amiral Besnard mit à la disposition du Bureau six officiers de Marine, MM. **Schwerer**, **Blot**, **Monaque**, **Morache**, **Paqué**, **Terrier** et M. **de Vanssay**, Ingénieur hydrographe.

Ces officiers, après un séjour suffisant à l'observatoire du Parc Saint-Maur, où le chef du Service magnétique, M. Moureaux, les exerça aux diverses observations, quittèrent successivement la France pour se rendre dans les régions qui leur avaient été assignées et se mirent activement au travail. Malheureusement, pour des raisons budgétaires, l'Administration de la Marine, à la fin de décembre 1895, rappela en France les observateurs avant

que leurs missions fussent accomplies. Mais grâce à leur activité et à leur zèle ces missions n'ont pas été stériles. Ils ont rapporté des valeurs absolues des trois éléments, pour quatre-vingt-une stations réparties dans les cinq parties du monde, et des observations de variations des trois éléments, faites à Reykiawick, Libreville, Djibouti, Saïgon et Dakar.

En outre, M. Schwerer, avec l'appareil de Fox, a mesuré en mer, à bord du *Dubourdieu,* les trois éléments dans cent vingt-sept stations de l'océan Atlantique.

La mission de M. Schwerer a été particulièrement féconde. Chargé de faire des observations magnétiques à bord d'un navire où les forces perturbatrices dues aux fers de la construction étaient très intenses, il dut, pour obtenir des valeurs satisfaisantes des corrections, procéder à une étude très complète et très précise du magnétisme du bâtiment. Les valeurs des constantes dont dépendent les corrections ont été déduites séparément des observations de déviations horizontales, puis de déviations verticales, et enfin des observations de la force totale. La concordance remarquable de résultats déduits d'observations si diverses (voir *Comptes rendus,* 19 octobre 1896) est une excellente preuve de l'habileté de l'observateur et montre que l'on peut accorder toute confiance aux nombreux éléments qu'il a recueillis à la mer.

Les travaux de ces officiers méritent de la part de l'Académie un témoignage d'intérêt; et, en raison de l'importance que présente aujourd'hui la connaissance du magnétisme terrestre pour la Navigation, votre Commission vous propose : 1° d'attribuer à M. **Schwerer** un prix sur les fonds alloués par le Ministère de la Marine; 2° de répartir le reste de ces fonds entre les six autres observateurs : MM. **Blot**, **Monaque**, **Morache**, **Paqué**, **Terrier** et **de Vanssay**, à titre d'encouragement.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Boussinesq, Resal, Léauté; Sarrau, rapporteur.)

M. **Parenty**, Directeur des Manufactures de l'État, a consacré une longue suite d'études à la recherche de moyens industriels propres à jauger le débit des fluides par l'évaluation des pressions extrêmes.

Les principaux résultats de ces recherches sont résumés dans un Mémoire présenté à l'Académie le 19 octobre 1891. La discussion des expé-

riences publiées par G.-A. Hirn a conduit M. Parenty à représenter le débit d'un gaz parfait par l'ordonnée d'un quadrant d'ellipse dont la différence de charge est l'abscisse; ce quadrant est prolongé, à partir du sommet culminant, par la tangente en ce point, de telle sorte que, suivant la théorie d'Hugoniot et conformément aux expériences publiées en 1839 par Saint-Venant et Wantzel, le débit est constant lorsque la pression d'aval est moindre qu'une fraction déterminée de la pression d'amont.

M. Parenty a confirmé sa formule elliptique par de nouvelles expériences; il l'a étendu ensuite à la vapeur d'eau, dont le débit se calcule ainsi avec une simplicité inattendue. La vérification résulte, dans ce cas, des expériences de Resal et Minary, ainsi que des propres expériences de l'auteur.

Quand la différence des pressions est faible, l'ellipse se réduit sensiblement à une parabole qui s'applique avec une exactitude suffisante au débit des gaz (expériences de la Compagnie parisienne du Gaz) et même de la vapeur d'eau (vérification d'un compteur de vapeur). La formule est alors analogue à celle du débit des liquides, que M. Parenty a également vérifiée, avec des orifices noyés, en réalisant la variation très étendue des pressions (expériences du laboratoire municipal de la rue Coligny).

Dans un second Mémoire, présenté le 22 janvier 1894, M. Parenty a fait connaître le résultat d'études expérimentales sur « la forme, les pressions et les températures d'un jet de vapeur ». A cet effet, il a sondé méthodiquement les divers points du jet, au moyen de pipettes de cristal communiquant, par un tube horizontal flexible, avec un manomètre à air libre. Il a constaté ainsi que le jet est une nappe évidée, se rapprochant à diverses reprises de l'axe de l'orifice et y produisant des ventres et des nœuds; en dehors de ces points, la nappe présente, sans trace de condensation, un régime permanent où les vitesses, températures et pressions ont des valeurs fixes dépendant de la nature et des dimensions de l'orifice; la forme du jet dépend uniquement du rapport de la pression d'aval à la pression de l'orifice. Enfin, ces expériences confirment l'établissement d'un débit limite correspondant à la vitesse du son.

Ces recherches, si importantes pour la théorie des fluides, ont été suggérées à l'auteur par l'étude approfondie des appareils fort ingénieux qu'il a réalisés pour résoudre de nombreux problèmes industriels. Tels sont : les réservoirs à niveau constant, les appareils de chasse adoptés par la ville de Paris, les régulateurs et partiteurs d'irrigations agricoles, le jaugeur de cours d'eau, le compteur d'eau placé sur la conduite des fontaines

lumineuses en 1889, les compteurs et régulateurs de gaz; enfin, le compteur de vapeur dont l'auteur a fait connaître à l'Académie, le 5 avril 1886, la description et les essais.

La Commission, appréciant l'importance théorique et pratique de ces travaux, propose de décerner le prix de Mécanique à M. Henry **Parenty**.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. de Bussy, Guyou, Lévy, Deprez; Sarrau, rapporteur.)

M. **Marbec**, Sous-Ingénieur de la Marine, a soumis au jugement de l'Académie un travail intitulé « Sur quelques principes de Mécanique graphique applicables aux machines », où il expose une méthode pour déterminer la vitesse, l'accélération, et même les suraccélérations, d'un point lié à un système articulé plan, animé d'un mouvement quelconque.

Cette méthode est fondée sur la propriété suivante du mouvement d'une figure qui se déplace dans son plan en restant semblable à elle-même : si, d'un point, on mène des vecteurs égaux et parallèles aux vitesses, ou accélérations de divers ordres, de tous les points de la figure, les extrémités de ces vecteurs font une figure semblable à la figure mobile.

Pour les vitesses, cette méthode est généralement plus avantageuse que celle que fournit, dans certains cas, la théorie des centres instantanés de rotation.

Pour les accélérations, elle donne la solution simple de problèmes difficilement abordés par les moyens actuels, et elle conduit à la détermination des forces d'inertie dans les mouvements plans.

Cette théorie s'applique à tous les appareils conduisant les tiroirs des machines à vapeur; elle permet d'évaluer les effets d'inertie dans les bielles motrices, de calculer les positions auxquelles un graisseur, placé sur une pièce en mouvement, devient inefficace.

Bien que renfermant tous les principes de la méthode et des exemples qui en font apprécier la fécondité, le travail de M. Marbec ne remplit pas toutes les conditions d'un Ouvrage didactique; c'est, comme il le dit, un « extrait simplifié » où il s'est borné à « l'exposé rapide des propositions indispensables au calcul des vitesses et des forces d'inertie ». Il est désirable que l'auteur lui donne tous les développements nécessaires et réalise

bientôt son intention d'établir, sur cette base, une *Cinématique graphique* offrant les mêmes avantages que la *Statique graphique* dont l'usage est aujourd'hui si répandu.

La Commission estime que, dans son état actuel, le Mémoire de M. **Marbec** est très digne d'éloge et qu'il constitue une contribution très utile à l'étude pratique des machines à vapeur; elle propose de lui attribuer le prix Plumey.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Tisserand, Faye, Lœwy, Callandreau;
Wolf, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Lalande à M. **Pierre Puiseux**, astronome adjoint à l'Observatoire de Paris, pour l'ensemble de ses travaux sélénographiques.

Depuis les premiers essais de Warren de la Rue, la photographie de la Lune a fait d'immenses progrès, et elle est arrivée à donner les détails de la surface de cet astre avec une finesse qui rivalise avec les meilleurs dessins et une fidélité à laquelle l'œuvre de la main de l'observateur ne peut prétendre. Les photographies obtenues au grand équatorial coudé par M. Puiseux, en collaboration avec notre éminent Confrère M. Lœwy, sont les plus parfaites que nous ayons, témoin le bel Atlas sélénographique dont le premier fascicule a paru cette année.

Le travail des deux astronomes ne s'est pas borné à la partie purement mécanique de la production de cet Atlas. L'étude approfondie des clichés les a conduits à appliquer à la Lune les idées les plus modernes des Géologues sur la formation du relief actuel de la Terre. Ils ont montré que les mêmes hypothèses peuvent servir à expliquer les formations lunaires, et à fixer la chronologie des époques successives de leur apparition. Ces études sont résumées dans un beau Mémoire publié dans les *Annales de l'Observatoire de Paris*. C'est cette partie théorique tout à fait originale, en

même temps que l'obtention de ses magnifiques clichés, que la Commission a en vue de récompenser en attribuant à leur auteur le prix Lalande.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Callandreau, Faye, Lœwy, Wolf; Callandreau, rapporteur.)

Aucun Mémoire n'a été adressé à l'Académie. La Commission sait néanmoins que quelques personnes s'occupent de la question proposée, et elle décide de maintenir la même question au Concours. Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin 1897.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Faye, Tisserand, Callandreau, Wolf; Maurice Lœwy, rapporteur.)

M. **Bossert** a rendu aux astronomes, par la réduction et la publication d'anciennes observations, les services les plus signalés. Grâce à lui, des séries précieuses de positions d'étoiles, restées près d'un siècle ignorées ou inaccessibles aux recherches, ont déjà pu être utilisées et fournir des résultats importants.

M. Bossert a tiré de l'oubli de nombreuses zones de Lalande observées après 1800, qui ne figurent pas dans l'Histoire céleste. Après avoir entrepris et mené à bonne fin une réduction très pénible, M. Bossert a formé et publié un Catalogue de 3950 étoiles qui, à cause de l'ancienneté des positions, présente un très grand intérêt. Ce document a déjà été l'objet d'une analyse approfondie de M. Auwers, l'éminent Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Berlin.

Lors de la construction du grand Catalogue des étoiles des zones de Lalande, de l'Observatoire de Paris, M. Bossert s'est livré à une investigation très importante sur l'origine des discordances qui se manifestaient entre les anciennes coordonnées et les coordonnées modernes de plus de 5000 étoiles.

Pour arriver à des résultats définitifs, il a discuté toutes les observations

existantes et a discerné les cas où la différence doit être attribuée à des erreurs dans Lalande, et les cas où elle est due à un déplacement des astres dans l'espace. Il est ainsi parvenu à déterminer les mouvements propres d'environ 1400 étoiles. En ajoutant à ces résultats si importants tous ceux déjà connus par d'autres études, M. Bossert a formé et publié un Catalogue de 2641 étoiles dans lequel on trouve réunis tous les mouvements propres connus, dont la valeur dépasse 0″,1.

La Commission, pour récompenser ces labeurs considérables, propose de décerner à M. **Bossert** le prix Valz.

PRIX JANSSEN.

(Commissaires : MM. H. Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau; Janssen, rapporteur.)

M. **Deslandres** a débuté dans sa carrière scientifique par l'étude des spectres à un point de vue qui a une haute importance théorique, mais qui en même temps présente des difficultés considérables; nous voulons parler des relations qni lient entre elles les longueurs d'onde des rayons appartenant à un même corps.

Cette étude l'a occupé plusieurs années et il y a obtenu des résultats intéressants, dont plusieurs ont été confirmés par des savants qui se sont occupés du même sujet.

La belle méthode que la Science doit à Fizeau, le grand physicien que nous venons de perdre, a fourni à M. Deslandres la matière de travaux nouveaux et importants, notamment à l'égard de l'étoile Altaïr, pour laquelle il a reconnu l'existence de deux oscillations de la vitesse qui se superposent, la première ayant une période de quarante-cinq jours, et la seconde une de cinq jours. L'auteur en conclut que l'étoile est au moins double.

La même méthode, appliquée à l'anneau de Saturne, confirme l'opinion générale des astronomes relativement à la constitution de cet anneau qui serait formé de corpuscules solides.

On doit à M. Deslandres d'importantes recherches solaires par la Photographie. Concurremment avec M. Hale il s'est occupé de la photographie des protubérances, étudiées au bord et sur le disque par la méthode des deux fentes, proposée en 1869 par M. Janssen, et il y a obtenu des résultats importants. L'emploi habile d'un spectroscope ordinaire, de faible dis-

persion, lui a même permis d'obtenir la distinction entre les facules et les vapeurs chromosphériques.

On sait qu'en 1895, M. Ramsay, un des auteurs de la brillante découverte de l'argon, constata que la clévéite émettait une radiation de même réfrangibilité que la raie solaire D_3, dite de l'hélium. M. Deslandres put compléter ce beau résultat en montrant que ce minéral émettait encore deux autres radiations solaires ($\lambda = 447$ et $\lambda = 766$).

L'observation des éclipses solaires tient une large place dans la carrière de M. Deslandres et fait honneur à son talent et à son dévouement à la Science.

En 1893, le Bureau des Longitudes et l'Observatoire de Paris chargeaient M. Deslandres de l'observation de l'éclipse totale du 16 avril, qu'on pouvait observer avantageusement au Sénégal. Pendant cette éclipse, M. Deslandres se livra à deux études extrêmement intéressantes, à savoir l'obtention photographique du spectre ultra-violet de la Couronne et celle du mouvement supposé de rotation de celle-ci. M. Deslandres trouve des résultats qui tendraient à démontrer que l'atmosphère coronale suit le globe solaire dans son mouvement.

Ce résultat, très intéressant, est d'une constatation très délicate. Il y aura lieu d'y revenir aux prochaines éclipses.

Nous devons à M. Deslandres un important Rapport sur cette éclipse, Rapport qui a été inséré dans les *Annales du Bureau des Longitudes*.

M. Deslandres revient en ce moment du Japon, où il avait été chargé, par le Gouvernement et le Bureau des Longitudes, d'aller observer l'éclipse du mois d'août dernier.

Ce long voyage, très complètement préparé, n'a pas donné tous les résultats qu'on en espérait, en raison de l'état du Ciel au moment du phénomène. Néanmoins, M. **Deslandres** a pu obtenir des photographies de la Couronne, qui semblent promettre d'intéressants résultats.

Tout cet ensemble de travaux a paru, à votre Commission, mériter les encouragements de l'Académie, et elle lui décerne le prix Janssen pour l'année 1896.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (STATISTIQUE).

(Commissaires : MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, Brouardel, Bertrand, de Freycinet.)

L'Académie des Sciences a reçu, cette année, six envois pour le prix Montyon de Statistique. Deux d'entre eux ont été écartés par votre Commission, l'un comme trop peu développé, le second comme ne rentrant pas dans le programme du prix. Les quatre autres ont reçu les distinctions suivantes :

1° Le prix normal est décerné au **Comité des Compagnies d'Assurances a primes fixes sur la vie**, pour le Volume qu'il a présenté sous le titre : *Tables de mortalité*.

2° La Commission attribue un second prix à M. le Dr **Huguet**, du corps de santé militaire, pour son Ouvrage intitulé : *Recherches statistiques sur les maladies simulées et les mutilations volontaires observées dans l'armée, de* 1859 *à* 1896. Elle émet le vœu que l'Académie veuille bien accorder pour ce prix une somme de trois cents francs sur les fonds dont elle a la libre disposition.

3° Une mention très honorable est accordée à Mme **Pégard** pour son grand Album graphique intitulé : *Statistique générale de la femme.*

4° Une mention honorable est attribuée à M. **G. Baudran** pour son Travail qui a pour titre : *Influence du logement sur la santé des habitants des petites villes et des communes rurales du département de l'Oise.*

Rapport de M. **Haton de la Goupillière** *sur les Tables de mortalité du* Comité des Compagnies d'Assurances à primes fixes sur la vie.

C'est à l'année 1746 que remonte le premier *essai sur les probabilités de la vie humaine*. Il a fourni la Table de Deparcieux, qui résulte de 9320 observations. En 1806, Duvillard en a établi une nouvelle à l'aide de 101 542 décès; et, plus tard, on en a vu apparaître une série d'autres de Demonferrand, Hubbard, Beauvisage, Kertanguy, Achard et Charlon, Fontaine, etc. Les

unes sont dues à un effort individuel, d'autres à l'action des Compagnies d'Assurances ou à celle de l'État. Les résultats y varient beaucoup entre eux, en raison de la diversité des catégories de personnes qui se sont trouvées réunies par une sélection naturelle dans les groupes employés comme base pour les observations. On ne comprend que trop l'importance de pareils écarts, tant pour l'assuré que pour l'assureur. Par exemple, la table RF, dont nous avons ici à rendre compte, donne un résultat supérieur d'un cinquième environ (1,2093) à celui de Duvillard, pour le nombre des survivants à quarante ans sur un million de personnes envisagées à l'âge de quinze ans.

L'assurance sur la vie étant passée dans les mœurs en Angleterre un siècle plus tôt qu'en France, nos voisins ont beaucoup avancé la question sous le rapport qui nous occupe ici. Les Allemands et les Américains ont suivi leurs traces. Notre pays, resté jusque-là en arrière, a fini par entrer résolûment dans la carrière et vient de se placer en tête du progrès par l'Ouvrage dont nous avons à rendre compte. Sans vouloir ici retracer pas à pas les débuts de cette action, nous nous bornerons à dire que le **Comité des Compagnies d'Assurances a primes fixes sur la vie**, qui vous présente ce Volume, est actuellement formé des quatre Sociétés : *Assurances Générales, Nationale, Union* et *Phénix,* représentées respectivement par MM. les actuaires Martin-Dupray, Cosmao-Dumanoir, Guieysse (et, plus tard, Oltramare), Léon Marie.

En 1876, le Comité comprenait, en outre, les Compagnies *Paternelle* et *Urbaine*, et un premier travail fut alors établi par les six actuaires sous la présidence de M. de Kertanguy, dont la méthode a de nouveau servi de point de départ pour le travail actuel.

L'objet principal de ce beau Volume, dont l'exécution matérielle fait le plus grand honneur à l'imprimerie Gauthier-Villars ([1]), comprend deux Tables désignées par les symboles AF (assurés français) et RF (rentiers français). On a été conduit à distinguer résolûment ces deux bases, en raison de la sélection qui s'opère d'elle-même entre les personnes qui contractent une assurance sur la vie sous l'empire d'une certaine inquiétude personnelle, ou, au contraire, une rente viagère quand elles espèrent en

---

([1]) Le volume comprend 415 pages de Tables numériques de la plus belle clarté, et, en outre, XLVI pages d'introduction ainsi que trois graphiques en couleurs. Il porte la date de 1895.

jouir longtemps. La dernière de ces deux Tables porte sur 67247 têtes, ayant vécu 635909 années, et dont 36916 sont décédées en cours d'observation. La première Table porte sur 229143 personnes, ayant vécu 1790656 années, et dont 22617 sont décédées.

Le calcul direct de ces innombrables éléments a fourni des Tables de mortalité *brutes*, c'est-à-dire accidentées d'irrégularités consécutives tenant principalement au nombre insuffisant des éléments utilisés. Il s'ensuivrait, pour l'application, de très fâcheuses conséquences si l'on ne procédait à leur *ajustement*, en les assouplissant en quelque sorte sous une loi mathémathique continue, choisie d'une manière empirique comme la plus probable pour son adaptation. De tels essais analytiques remontent assez haut déjà. On en possède de Moivre, Bernoulli, Lambert, Lazarus, Janse, Gompertz, Makeham, etc. Tout récemment, M. Quiquet a présenté une nomenclature de ces lois et a cherché lui-même une forme plus générale renfermant les plus importantes comme cas particuliers (¹). Le travail qui nous occupe a été *ajusté* d'après la loi doublement exponentielle de Makeham, dans son amplitude principale et centrale, et d'après des lois algébriques plus simples pour les extrémités où cette loi ne paraît plus offrir les mêmes garanties. Les constantes ont été déterminées par l'application de la méthode des moindres carrés. Les calculs numériques ont été effectués à l'aide des logarithmes à sept décimales et de l'arithmomètre de Thomas de Colmar.

Outre les éléments primordiaux des deux Tables : nombre de vivants, taux de mortalité annuel et instantané, etc., le Volume renferme la valeur des annuités sur une ou plusieurs têtes, purement viagères, temporaires ou différées, d'après cinq taux d'intérêt distincts : $2\frac{1}{2}$, 3, $3\frac{1}{4}$, $3\frac{1}{2}$, 4 pour 100.

Un grand nombre d'autres Tables dites *complémentaires* s'ajoutent encore à celles dont nous venons de parler. Mais nous ne saurions, à cet égard, étendre, outre mesure, les limites de ce Rapport. Nous espérons en avoir dit assez pour faire comprendre toute l'étendue d'un pareil effort. Une première édition de ces Tables a figuré en 1889 à la section VII de l'Exposition d'Économie sociale. Elle a valu alors un grand prix au Comité, et une médaille d'or de collaborateur à chacun des actuaires : MM. Martin-Despray, Cosmao-Dumanoir, Guieysse et Léon Marie. Le Comité a, depuis

---

(¹) *Représentation algébrique des Tables de survie et de mortalité. Généralisation des lois de Gompertz et de Makeham*, par Albert Quiquet, in-8°.

lors, repris son travail en sous-œuvre, et c'est le résultat ainsi complété qu'il présente aujourd'hui à l'appréciation de l'Académie des Sciences ([1]). Votre Commission, Messieurs, frappée de l'importance et de la grande utilité de ce monument numérique, attribue, au Comité qui vous le présente, le prix Montyon de Statistique pour l'année 1896.

Rapport de **M. Brouardel**, *sur l'Ouvrage présenté par* M. Huguet.

M. le Dr **Huguet**, Médecin-Major de l'armée, a profité de son séjour à Aumale pour étudier les maladies simulées et volontaires dans l'armée, de 1859 à 1896. Ce travail, exécuté sans aucun aide, par l'auteur lui-même, comble une lacune signalée par le Dr Schmidt, traducteur du Traité allemand de Derblich, et par le Dr Boisseau.

M. Huguet ne s'est pas contenté de dépouiller quelques milliers de fiches, il a comparé à l'armée française celles d'Allemagne, de Russie et d'Italie. Il a montré comment dans ces différents pays on avait cherché à résoudre le problème, en créant des compagnies de disciplinaires spéciaux. Dans d'autres pays : en Suisse, en Autriche, en Angleterre, on se contente de punir les mutilés et simulateurs par une durée plus ou moins longue d'emprisonnement.

De 1859 à 1896, M. Huguet a analysé les observations de 1 070 disciplinaires (394 simulateurs et 676 mutilés volontaires). Il a établi des Cartes départementales répondant à ces deux catégories, suivant les départements; il a dressé des statistiques suivant les professions ; il a toujours fait suivre ses Tableaux des conclusions donnant à ces recherches une valeur propre.

Ainsi, depuis 1859, le mode de recrutement de l'armée a subi plusieurs modifications. On pensait que les soldats ayant une instruction assez développée ne grossiraient pas le nombre des mutilés; l'expérience n'a pas confirmé cette prévision, et M. Huguet cite comme exemple les observations d'un étudiant en droit, d'un élève ecclésiastique démissionnaire, etc. Il note également l'influence des guerres et des expéditions coloniales sur la fréquence des mutilations. Chaque préparation de ces expéditions est, dans toutes les nations, marquée par une augmentation très notable. Mais il faut noter, à l'honneur de l'instruction militaire, que ces mutilations ne se font guère en France que pendant la première année de service.

([1]) Ce travail vient d'être honoré d'une médaille d'or par la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale.

Je n'analyserai pas les différentes maladies ou mutilations ; je ne reproduirai qu'un Tableau : celui du siège des mutilations. Il n'est pas besoin de commentaires pour en comprendre la valeur.

Mutilations volontaires.

Membre supérieur droit, 526; ablations	du pouce	....	18
»	» de l'index	....	459
»	» des deux	....	49
Membre supérieur gauche, 91; ablations	du pouce	....	10
»	» de l'index	....	23
Membre inférieur droit, 12; gauche		....	29

Des dessins faits par l'auteur complètent et expliquent ces Tableaux statistiques et forment un véritable atlas.

Votre Commission pense que cette œuvre, absolument personnelle, continuée pendant plusieurs années, aboutissant à des conclusions très intéressantes, est digne de recevoir un prix supplémentaire dans le concours de Statistique fondé par Montyon.

Rapport de M. **Brouardel** *sur l'Ouvrage présenté par Mme* Pégard.

Mme **Pégard** présente un Atlas de 105 cartes, dont le plus grand nombre a un intérêt réel. Ainsi, la *Pl.* 5 montre que l'âge moyen des décès pour les femmes est de 29 ans dans le Finistère, de 51 dans le Lot-et-Garonne. Malheureusement, l'auteur se contente de ce résultat brut et n'en cherche pas les causes. Je pourrai en dire autant pour l'âge auquel les femmes se marient dans les diverses régions de la France.

D'autres Tableaux s'interprètent plus facilement. Ainsi, le Tableau 23 montre que l'émigration a passé, en France, de 3000 en 1878 à 31000 en 1890; que l'immigration des étrangers a passé de 400000 en 1851 à 1130000 en 1891.

Des graphiques montrent la répartition des femmes dans les diverses professions et surtout l'importance de leur rôle dans l'instruction.

Je ne puis que regretter que Mme Pégard n'ait pas cherché à déduire elle-même les conclusions qui sortent de ces Tableaux. C'est un travail à faire et pour lequel elle s'est contentée d'apporter des documents.

Enfin, ces cartes ne semblent pas être l'œuvre personnelle de l'auteur; celui-ci remercie, d'ailleurs, M. Turquan, pour sa précieuse collaboration,

et la plupart d'entre elles semblent être empruntées à des travaux d'autres statisticiens.

Dans ces conditions, votre Commission, appréciant l'importance des documents ainsi réunis, pense qu'il y a lieu, pour récompenser l'effort laborieux accompli, d'accorder une Mention très honorable à Mme **Pégard**.

Rapport de M. **de Freycinet** *sur l'Ouvrage présenté par M.* Baudran.

Dans une brochure de 47 pages, M. **G. Baudran**, Secrétaire du Conseil central d'hygiène de l'Oise, a exposé le résultat de ses recherches, dans ce département, sur l'influence que peut avoir le logement au point de vue de la santé des habitants. Il cite un assez grand nombre de faits, condensés dans des Tableaux statistiques, dont il n'est pas toujours bien facile de saisir le sens. L'extrême concision du travail est sans doute la cause de l'incertitude qu'ils laissent dans l'esprit. Mais les remarques de l'auteur et les conclusions qu'il en dégage n'en sont pas moins empreintes d'un sérieux esprit d'observation. Bien qu'elles ajoutent peu aux notions déjà acquises en matière d'assainissement, elles n'en constituent pas moins une œuvre utile, susceptible d'encouragement. Les principaux résultats de l'hygiène ne peuvent être obtenus qu'avec le concours des intéressés eux-mêmes. Tout ce qui tend donc à la diffusion des lumières dans ce domaine est un acheminement vers le but. A ce titre, la brochure de M. **Baudran** paraît mériter une Mention honorable de la part de l'Académie.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : les Membres de la Section de Chimie;
M. Friedel, rapporteur.)

La Section a partagé le prix Jecker entre MM. **Matignon**, **Auger**, **Bouveault** et **Genvresse**.

M. **Matignon**, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille,

a fait une étude étendue et importante des uréides, en se plaçant particulièrement au point de vue thermochimique. Il a déterminé la chaleur de formation et celle de dissolution des principales uréides et de quelques sulfouréides; quand la chose a été possible, il a fait l'étude thermochimique des fonctions acides, de manière à fixer le nombre de ces fonctions et la valeur de chacune d'elles. Il a reconnu que l'étude thermique de ces composés donne des résultats d'accord avec les formules que leurs propriétés chimiques et leur mode de formation avaient permis d'établir.

Pour quelques corps, cette étude a aidé à fixer des formules de constitutions encore douteuses.

La substitution d'un radical alcoolique à l'hydrogène lié à l'azote, augmente la chaleur de combustion d'une quantité plus grande que la substitution du même radical à l'hydrogène lié au carbone. Cette loi est générale et s'applique aux amines, de telle sorte que les amines primaires ont une chaleur de combustion plus forte que les amines secondaires ou tertiaires isomériques. Elle explique la migration moléculaire, possible dans bien des cas, des radicaux alcooliques de l'azote au carbone.

M. Matignon a fait encore, en collaboration avec notre éminent Secrétaire perpétuel, M. Berthelot, diverses recherches sur la chaleur de combustion de quelques composés sulfurés, sur celle de quelques principes sucrés, sur la chaleur de combustion et de formation de quelques composés chlorés, sur la série camphénique, sur les benzènes nitrés, sur l'hydrazine et l'acide azothydrique, sur les acides formique, acétique, glyoxylique, sur les principaux gaz hydrocarbonés.

M. **Victor Auger**, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Bordeaux, après avoir étudié d'abord les produits de condensation de l'œnanthol et du chlorure d'œnanthyle sur la diméthylaniline, a fait un travail d'ensemble sur les chlorures d'acides bibasiques. Diverses réactions et, en particulier, la formation de la phtalophénone, à laquelle on doit donner une formule dissymétrique, ainsi que l'a montré M. Baeyer, ont montré que le chlorure de phtalyle lui aussi est dissymétrique, contrairement à ce qui avait été admis tout d'abord, ou plutôt formé du mélange de deux isomères, l'un symétrique, l'autre dissymétrique, celui-ci en proportion très dominante. En était-il de même du chlorure de succinyle et d'autres chlorures d'acides bibasiques moins connus? C'est la question que M. Auger est parvenu à résoudre, en même temps qu'il a fixé la règle suivant laquelle se forment les chlorures symétriques ou dissymétriques.

L'acide succinique et ses dérivés substitués seuls donnent comme l'acide phtalique des chlorures dissymétriques; les autres acides donnent des chlorures symétriques. Aux chlorures correspondent d'ailleurs des amides et des imides, symétriques et dissymétriques isomériques, que M. Auger a distinguées et caractérisées.

M. Auger, en collaboration avec M. Béhal, est parvenu à préparer le chlorure de malonyle, que l'on ne peut pas obtenir à l'état de pureté au moyen des chlorures de phosphore, en faisant réagir le chlorure de thionyle sur l'acide malonique. Il en a dérivé un dibenzoylméthane dont les réactions montrent qu'il est bien un dérivé symétrique. Il en est de même des chlorures de glutaryle et de sébacyle.

On doit encore à M. **Auger** diverses autres recherches faites seul ou en collaboration avec M. Béhal, et relatives à la préparation des acides chlorés et bromés, préparation qu'il a rendue beaucoup plus facile, soit en opérant sur les chlorures, soit en opérant en présence du soufre.

M. **Bouveault**, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lyon, s'est proposé d'établir l'influence du groupement CAz sur les atomes d'hydrogène reliés au carbone voisin. Ce groupement, quoique ayant une action moins forte que le groupement CO, rend néanmoins l'hydrogène voisin remplaçable par le sodium; c'est ainsi que M. Bouveault, par l'action de ce métal sur le propionitrile, a obtenu un dérivé sodé qui lui a permis de préparer une série de nitriles substitués. En même temps, il se forme un produit polymérisé, à l'aide duquel on peut obtenir tous les nitriles β-cétoniques, tous les éthers β-cétoniques, et toutes les acétones de la formule générale correspondante. Quant aux nitriles β-cétoniques, ils se comportent avec la phénylhydrazine de deux manières différentes : ceux qui renferment un atome d'hydrogène que l'on peut appeler acide, puisqu'il est remplaçable par un métal, donnent des amidopyrazols, desquels il est facile de passer aux pyrazols, aux oxypyrazols et aux azopyrazols. Ceux dans lesquels cet atome d'hydrogène est remplacé par un radical alcoolique donnant simplement une hydrazone.

M. Bouveault a fait encore, avec M. Ph. Barbier, une série de recherches sur diverses essences naturelles, telles que celles de lémon grass, de linaloë, de géranium, de rose, et sur des produits de condensation des aldéhydes avec les acétones, qui les a conduits à des conclusions importantes sur la constitution de la méthylhepténone naturelle, du lémonol, du lémonal, du rhodinol, du citronnellal, jetant ainsi beaucoup de lumière sur un champ compliqué.

Dans ces derniers temps, M. **Bouveault** s'est occupé de l'action du chlorure d'éthyloxalyle sur les hydrocarbures aromatiques. Il a obtenu ainsi des acides glyoxyliques sur lesquels l'hydrazine réagit en donnant des hydrazones, auxquelles la chaleur fait perdre les groupes carboxylés qu'elles renferment, mais dont on n'arrive pas facilement à régénérer les aldéhydes correspondantes. Mais on obtient celles-ci en faisant réagir l'aniline sur les acides glyoxyliques; le produit perd de l'acide carbonique et, par l'action de l'acide sulfurique étendu, donne les aldéhydes correspondantes.

Le principal travail de M. **Genvresse**, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Besançon, est une étude sur l'éther acétylacétique. M. Genvresse a montré que, par l'action du chlore sur l'éther acétylacétique refroidi à 0°, on obtient un mélange des deux dérivés monochlorés α et γ, dans lequel prédomine le dérivé γ. En traitant le même éther par le chlorure de sulfuryle, c'est le dérivé α que l'on produit seul. Le composé γ étant soumis à l'action ultérieure du chlore donne un dérivé trichloré qui, traité par l'acide chlorhydrique, fournit de l'acétone trichlorée, ce qui démontre bien l'exactitude de la formule proposée pour le corps γ.

M. Genvresse a préparé aussi les deux dérivés monoiodés α et γ, et différencié les deux éthers acétylacétiques bichlorés qui avaient été confondus, et deux éthers trichlorés; il a obtenu également plusieurs éthers acétylacétiques plus chlorés dont il a pu se servir pour la préparation d'acétones chlorées.

Il a étudié l'éther carbacétylacétique qui se produit dans l'action de l'acide chlorhydrique sec sur l'éther acétylacétique refroidi, et montré qu'il est différent, contrairement à ce qui avait été dit, de l'éther mésitène-lactone-carbonique de M. Hantzsch. Par l'action de la baryte sur l'éther carbacétylacétique, il a obtenu deux acides isomériques qu'il nomme acides β acétiques-crotoniques, qui sont entre eux comme les acides fumarique et maléique.

On doit encore à M. **Genvresse** des recherches sur les acides pyruvique monochloré et bichloré, sur l'éther pyruvique, sur la préparation des acides monobromacétique, monobromopropionique, monobromobutyrique, sur les sulfones de l'alcool benzylique et de l'acide benzoïque, sur divers dérivés du disulfure de diphénylène, une élégante synthèse de l'acide racémique par hydrogénation de l'acide glyoxylique, etc.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX VAILLANT.

Question proposée pour 1894 et remise au concours de 1896.

(Commissaires : MM. Fizeau, Bornet, Lippmann, Mascart, Friedel, rapporteur.)

Étudier les causes physiques et chimiques qui déterminent l'existence du pouvoir rotatoire dans les corps transparents, surtout au point de vue expérimental.

La Commission s'est trouvée en présence de deux Mémoires.

Le n° 1, anonyme et ayant pour épigraphe : *C'est ce que j'ai vu*, étudie le pouvoir rotatoire du quartz au point de vue qui a été suggéré à Mallard et à Sohnke par les expériences de Reusch et qui a été poursuivi par MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas dans leurs belles recherches sur les variétés de silice fibreuse auxquelles ils ont donné les noms de calcédoine, de quartzine et de lutécine.

L'auteur a cherché à préciser et à simplifier les interprétations données aux faits par ces derniers savants et s'appuyant sur de nombreuses et délicates observations, il arrive à conclure que la polarisation rotatoire du quartz a pour cause première d'abord la propriété d'enroulement de la quartzine autour d'un axe d'élasticité optique, propriété non expliquée mais dûment constatée; en second lieu, le fait que la quartzine présente des formes simples qui, par leur superposition donnent naissance à un cristal ayant un pointement ternaire qui transforme cet enroulement continu en un enroulement se faisant par sauts de 120°.

Le Mémoire n° 2 a pour auteur M. **Ph.-A. Guye**, professeur à l'Université de Genève, savant bien connu de l'Académie pour ses recherches sur le pouvoir rotatoire dans les liquides et sur ses relations avec la constitution chimique.

Dans ce travail très étendu, M. Guye expose les recherches faites par lui-

même, par plusieurs de ses élèves et par un certain nombre d'autres savants sur la question du pouvoir rotatoire considéré aux points de vue chimique et physique. Il discute avec soin l'hypothèse qu'il a émise il y a un certain nombre d'années et qui a été le point de départ de toutes ces recherches, hypothèse d'après laquelle le pouvoir rotatoire dépendrait essentiellement de la masse plus ou moins grande des divers atomes ou groupes chimiques rattachés au carbone asymétrique de MM. Le Bel et Van't Hoff. Il constate que cette hypothèse simple, quoique confirmée dans un très grand nombre de cas, ne suffit pas à rendre compte de tous et qu'il y a lieu de rechercher à déterminer les facteurs qui sont la cause de ces exceptions.

C'est ce qu'il s'est attaché à faire depuis plusieurs années, en préparant un grand nombre (plus de 150) corps actifs et en les étudiant, non seulement pour déterminer leur pouvoir rotatoire dans les conditions habituelles, mais encore pour diverses recherches relatives aux variations du pouvoir rotatoire avec la température, la longueur d'onde et la nature des dissolvants.

Des recherches spéciales ont été entreprises sur le pouvoir rotatoire des vapeurs et sur les rapports entre le pouvoir rotatoire naturel et le pouvoir rotatoire magnétique.

Voici les conclusions auxquelles arrive M. Guye après la discussion de toutes ces expériences :

1° En ce qui concerne les conditions physiques du pouvoir rotatoire, les corps qui présentent le phénomène de la polymérisation moléculaire, telle qu'elle peut être déterminée par la méthode des ascensions capillaires, ne se comportent pas toujours comme ceux qui n'accusent aucune polymérisation.

2° En ce qui concerne ces derniers, une élévation de température produit toujours une diminution de pouvoir rotatoire. Pour les corps polymérisés ou pour ceux qui subissent, sous l'action de la chaleur, une modification chimique, le pouvoir rotatoire tantôt augmente, tantôt diminue pour une élévation de température.

3° Pour les corps à molécules simples, cette diminution de pouvoir rotatoire se poursuit jusque dans l'état de vapeur, sans qu'une limite paraisse ainsi atteinte.

4° Les dissolvants exercent une action caractéristique sur le pouvoir rotatoire; cette action peut se produire de diverses manières, suivant que le corps actif dissous constitue en solution un électrolyte, un demi-électrolyte ou un non-électrolyte. Les mesures de conductibilité permettent

d'opérer ce classement. Dans les deux premiers cas le pouvoir rotatoire suit les lois indiquées par la théorie de la dissociation électrolytique. Dans le troisième cas, plusieurs anomalies peuvent se produire : deux peuvent être mises en évidence pnr des mesures cryoscopiques; ce sont les phénomènes de polymérisation et de dissociation. Une troisième anomalie résulte de la formation de composés doubles entre la substance active et le dissolvant.

5° Les phénomènes de dispersion rotatoire sont particulièrement aptes à faire ressortir le rôle de la polymérisation moléculaire, comme cause de perturbation des lois simples de la polarisation rotatoire. Il a été établi que les corps non polymérisés à l'état liquide suivent seuls les lois de la dispersion normale, et que la dispersion anormale ne s'observe que dans le groupe des corps polymérisés.

6° Le champ magnétique n'exerce sur le pouvoir rotatoire aucune action appréciable; les deux phénomènes du pouvoir rotatoire naturel et du pouvoir rotatoire magnétique se superposent algébriquement.

7° En ce qui concerne les relations entre le pouvoir rotatoire et la constitution chimique, la discussion des faits démontre en premier lieu que, dans les molécules caractérisées par plusieurs atomes de carbone asymétrique, chacun de ces carbones agit sur la lumière polarisée comme si tout le reste de la molécule était inactif; en second lieu, que les effets dus aux divers carbones asymétriques, dans une même molécule active, se superposent algébriquement.

8° Les relations entre la constitution chimique d'un corps à un carbone asymétrique et son pouvoir rotatoire sont beaucoup plus difficiles à trouver. D'après l'ensemble des recherches actuelles, il est acquis qu'en chargeant le groupe le plus lourd parmi ceux qui saturent le carbone asymétrique, on ne fait pas changer de signe le pouvoir rotatoire; les changements sont au contraire fréquents lorsque la substitution est effectuée sur les groupes moyens;

Qu'en chargeant le groupe le plus lourd par des substituants de même nature, de façon à constituer une série homologue, le pouvoir rotatoire prends des valeurs croissantes, passe par un maximum, puis reprend des valeurs décroissantes, ou bien prend dès le premier terme des valeurs décroissantes, comme si, avec ce premier terme, le maximum était déjà dépassé.

Ces résultats sont l'un et l'autre d'accord avec les conséquences qu'on peut déduire de la formule complète du produit d'asymétrie.

On voit toute l'importance de ces conclusions, et en même temps la

prudence avec laquelle M. Guye les énonce, en faisant toujours appel à l'expérience. Les idées de M. Guye sur la cause du pouvoir rotatoire l'ont conduit lui-même et beaucoup d'autres savants à des recherches expérimentales d'une grande importance, et s'il a été conduit à modifier ce qu'elles avaient d'abord de trop simple et de trop absolu, il n'en a pas moins poussé plus loin que tout autre la solution du problème, dont il continue d'ailleurs à s'occuper et qu'il serre de près à la fois de tous les côtés.

C'est en raison des résultats déjà acquis et du grand effort fait que la Commission décerne à M. **Ph.-A. Guye** le prix Vaillant (1894-1896) et propose à l'Académie l'insertion de son Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers*.

Elle accorde une Mention honorable à l'auteur du Mémoire n° 1, qui n'a traité qu'un côté de la question et celui que l'on pouvait considérer comme le plus avancé à la suite des travaux de Mallard, mais qui a fait sur le quartz une série d'observations intéressantes et délicates.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. d'Abbadie, Laussedat, Bouquet de la Grye ; Bassot, rapporteur.)

L'Académie a proposé, pour le prix à décerner en 1896, le sujet suivant :

Perfectionnement théorique ou pratique dans les méthodes relevant de la Géodésie ou de la Topographie.

Deux concurrents se sont présentés.

L'un d'eux, sous la devise : *Plus de précision, plus de facilité*, a soumis un Mémoire sur la détermination de la gravité et sur un projet de cartes des lignes isograves à travers la France. Après une analyse rapide des méthodes et appareils employés jusqu'ici pour la détermination de l'intensité relative de la pesanteur, l'auteur propose un instrument, offrant plusieurs dispositions nouvelles, qui paraît allier la facilité et la rapidité des opérations avec toute la précision que l'on peut viser aujourd'hui. Il adopte un pendule invariable, monté sur un appareil facilement transportable, que l'on place sous une cloche dans laquelle on peut faire le vide: cette cloche se trouve elle-même renfermée dans une

étuve permettant d'obtenir une température constante; le pendule peut être lancé et retourné face pour face sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir la cloche, d'où résulte la possibilité de faire des séries soudées au moyen desquelles on élimine les variations de l'horloge ou du chronomètre synchrone entre le commencement et la fin des observations; enfin, l'auteur a imaginé un appareil de coïncidences qui peut fonctionner également avec une horloge ou avec un chronomètre et n'exige pas de nouveau réglage quand on retourne le pendule face pour face. Toutes ces dispositions paraissent très ingénieuses; mais elles n'ont pas encore été réalisées pratiquement et ne sont pas sanctionnées par l'expérience. La Commission n'a donc pas cru devoir retenir le Mémoire anonyme; mais elle encourage l'auteur à poursuivre ses études, dans l'espoir qu'elles apporteront un contingent précieux aux recherches si intéressantes de la gravité.

La Commission décerne le prix Vaillant au deuxième concurrent M. **Charles Lallemand**, Ingénieur en chef des Mines, Directeur du nivellement général de la France, dont les travaux théoriques et pratiques ont considérablement amélioré les résultats des nivellements de précision.

On sait que le premier nivellement d'ensemble d'un grand territoire a été exécuté, vers 1860, par Bourdalouë, qui a couvert la France d'un réseau de base, mesurant 15000 kilomètres de développement, avec une erreur accidentelle probable de 2^{mm} à 3^{mm} par kilomètre.

Les procédés créés alors par notre compatriote ont été imités à l'étranger et perfectionnés à ce point qu'en 1878, M. de Freycinet, alors Ministre des Travaux publics, reconnaissait la nécessité, pour notre pays, d'exécuter un nouveau nivellement général, à la fois plus précis et plus étendu, et chargeait une Commission spéciale de dresser le programme de ce travail.

Les opérations commencèrent en 1884. On nivela d'abord un nouveau réseau fondamental (terminé en 1892) formant 36 polygones d'un développement total de 12000^{km}, avec une erreur accidentelle probable de $0^{mm},8$ seulement par kilomètre, et une erreur systématique probable de 12^{mm} environ par 100^{km}, soit une précision triple de celle du réseau Bourdalouë, et comparable à celle des meilleurs nivellements de précision exécutés jusqu'alors en Europe.

On a effectué, en outre, plus de 16000^{km} de nivellements secondaires qui s'appuient sur les mailles du réseau fondamental et dont l'erreur acci-

dentelle probable varie de 1^{mm} à 5^{mm} par kilomètre, suivant les catégories. Le développement total des nivellements de cette nature doit atteindre 800000^{km} pour l'ensemble du territoire français.

Comme Secrétaire de la Commission et, depuis 1891, comme Ingénieur en chef et Directeur, M. Ch. Lallemand a entièrement organisé le nouveau Service du nivellement, dont les méthodes et les instruments perfectionnés, après avoir conquis l'estime des géodésiens, ont été successivement adoptés pour les nivellements de précision de l'Algérie et de la Tunisie (Service géographique de l'Armée française), de la Belgique, de la Russie, de la Roumanie et partiellement de l'Italie.

Une bonne partie de ces perfectionnements sont dus au colonel Goulier (support à calotte mobile, oculaire avec double et automatique mise au point pour le niveau, mire à compensation, etc.).

Parmi les nombreuses améliorations revenant à M. Lallemand, nous citerons surtout l'adaptation au niveau (en collaboration avec M. Klein, chef du Dépôt des Instruments) d'un intéressant dispositif de quatre prismes à réflexion totale, qui renvoient à l'oculaire de la lunette les images des deux extrémités de la bulle, et accroissent ainsi notablement la rapidité, la commodité et la sécurité des opérations.

M. Lallemand a apporté à la division de l'une des deux mires, simultanément employées sur le terrain, une légère modification systématique rendant à peu près impossibles les corrections arbitraires vulgairement désignées sous le nom de *coups de pouce;* il a construit, d'après un principe nouveau, des abaques à échelles mobiles pour le calcul rapide des corrections dues à la dilatation et aux erreurs de division des mires.

M. Lallemand a introduit pour la première fois, dans le calcul pratique des altitudes des repères, les corrections dues à la forme ellipsoïdale de la Terre et aux variations de la gravité; des procédés graphiques et des abaques spéciaux ont été aussi imaginés par lui pour le calcul rapide de ces corrections.

Il a donné une théorie nouvelle et complète des erreurs dues à la réfraction atmosphérique dans les nivellements, et il a de même imaginé un curieux abaque hexagonal à six entrées, permettant de calculer immédiatement cette erreur dans un cas donné.

M. Lallemand a créé une série d'artifices ingénieux pour l'application commode et rapide du calcul des probabilités à la détermination de l'erreur accidentelle probable kilométrique des nivellements; il a démontré l'existence, dans tous les nivellements de précision jusqu'alors exécutés

en Europe, de petites erreurs systématiques jusqu'alors insoupçonnées.

Enfin, il a imaginé, pour la détermination du niveau moyen de la mer, un appareil nouveau, *le Médimarémètre*, basé sur le principe de l'amortissement des ondes liquides par la filtration à travers les corps poreux. Cet appareil, très simple, a été installé avec succès en dix-huit points des côtes françaises de la Méditerranée et de l'Océan, et dans un assez grand nombre de ports étrangers (Belgique, Danemark, Italie, Roumanie, Chili, etc.).

En résumé, M. **Lallemand** a puissamment contribué, grâce aux méthodes ingénieuses qu'il a réalisées et grâce aux instruments qu'il a perfectionnés, à réduire les erreurs des nivellements de précision à une limite qu'on ne peut guère espérer voir dépassée. Il est juste d'ajouter que les résultats obtenus sont dus pour une part à l'intelligente collaboration d'un personnel dévoué, et celui-ci mérite d'être associé à la haute sanction de l'Académie sur l'œuvre si remarquablement conduite du nouveau nivellement général de la France.

PRIX FONTANNES.

(Commissaires : MM. Fouqué, Des Cloizeaux, Marcel Bertrand; Albert Gaudry, rapporteur.)

M. **Douvillé**, Ingénieur en chef des Mines, Professeur de Paléontologie à l'École des Mines, a fait de nombreux travaux stratigraphiques. Mais ses recherches les plus importantes ont eu l'étude des fossiles pour objet.

En 1881, il a remplacé M. Bayle, Professeur de Paléontologie à l'École des Mines. Chacun sait que M. Bayle a formé dans cet établissement une admirable collection de Paléontologie, à l'arrangement de laquelle il a consacré sa vie; il passait toutes ses journées à dégager de la pierre, sculpter et dénommer les Invertébrés fossiles. M. Douvillé a continué l'œuvre de M. Bayle avec un grand dévouement. Il a habilement profité des belles séries d'échantillons réunies par son prédécesseur et par lui. On peut dire qu'il a rendu de signalés services aux géologues, en les aidant à comparer, avec les espèces si bien classées de l'École des Mines, les fossiles dont ils ont besoin pour fixer l'âge des terrains.

M. Douvillé a publié d'intéressantes recherches sur les Brachiopodes et sur les Ammonites; un échantillon de *Morphoceras pseudo-anceps* lui a donné l'occasion d'indiquer où pouvaient être les yeux et les tentacules des Ammonites. Son œuvre capitale est son travail sur les Rudistes.

Ces animaux sont particulièrement précieux pour les géologues, car ils avaient des habitudes de sociabilité; ils vivaient en troupes immenses; leurs débris sont tellement abondants qu'ils attirent l'attention des gens des campagnes les moins versés dans l'étude de la vieille nature, et, comme ils se représentent dans plusieurs étages du Jurassique, de l'Infra-crétacé et surtout du Crétacé, ils servent à fixer les âges géologiques. Malheureusement on a de la peine à les comprendre, d'abord parce que ce sont d'étranges Mollusques, différents de ceux qui existent dans l'époque actuelle, et puis parce que, dans tous les gisements où on les a observés, ils sont remplis de calcaire dur qui empêche de les examiner. L'École des Mines de Paris a une collection incomparable de Rudistes dont les intérieurs ont été dégagés à force de patience; M. Douvillé a fait de nombreuses sections dans les échantillons qui n'ont pas été vidés. Il a ainsi pu étudier ces fossiles beaucoup mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'à ce jour. Il s'est assuré que, malgré leurs apparences si diverses, ils appartenaient à une même famille. Cette famille s'est partagée en trois groupes : 1° le groupe des Dicératidés qui a régné dans le Jurassique, et est composé de genres fixés soit par la valve droite, soit par la valve gauche; 2° le groupe des Réquiénidés de l'Infra-crétacé, fixés par la valve gauche; 3° le groupe des Rudistes inverses, toujours fixés par la valve droite; ce groupe, qui a eu son maximum d'extension dans le Crétacé, a commencé dans l'Infra-crétacé sous la forme *Valletia*, a passé au *Gyropleura*, puis au *Monopleura*. Quand *Monopleura* a pris des apophyses myophores, il est devenu Biradiolites et Radiolites. Il n'est pas loin non plus de *Caprotina*, qui à son tour n'est pas loin d'Hippurites.

M. Douvillé a particulièrement étudié Hippurites; il a publié sur ce genre une monographie accompagnée d'un grand nombre de planches d'une exécution merveilleuse. Il a reconnu en France sept niveaux bien distincts d'Hippurites. Il a examiné les espèces de gisements connus dans les Alpes, en Italie, en Grèce, en Asie Mineure, en Perse, en Égypte, et il croit pouvoir déterminer l'âge de la plupart d'entre eux.

Ce sont là des travaux minutieux, difficiles et très utiles aux géologues. Nous pensons que M. **Douvillé** est digne d'obtenir le prix Fontannes.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Chatin, Trécul, Guignard; Bornet, rapporteur.)

Dans le Rapport qu'il présentait en 1875 sur le concours du prix Desmazières, Ad. Brongniart faisait remarquer que « les progrès de la branche de la Botanique qui s'occupe des plantes cryptogames sont de deux sortes : les travaux qui les concernent peuvent avoir pour but de nous faire mieux connaître la structure intime et les phénomènes de la vie de ces végétaux inférieurs; ils peuvent aussi avoir pour objet de nous exposer les formes si nombreuses et si variées de ces plantes et faire apprécier leur mode de répartition dans les diverses contrées qu'elles habitent ».

C'est à cette seconde sorte de travaux qu'appartenaient les Mémoires qui furent récompensés cette année-là, et l'un des lauréats était M. **Émile Bescherelle**, à qui la Commission du prix Desmazières décide à l'unanimité d'attribuer une fois encore le prix qui lui fut décerné il y a vingt et un ans.

M. Bescherelle venait alors de publier son *Énumération des Mousses du Mexique* et sa *Florule bryologique de la Nouvelle-Calédonie*, inaugurant, par ce dernier Ouvrage, l'importante série des études qu'il a consacrées à la bryologie des Colonies françaises : les Antilles, la Réunion, Mayotte, Tahiti, et de quelques régions explorées par des voyageurs français, telles que la Chine (Yun-nan) et le Japon. Notons, en passant, que c'est la série la plus étendue de florules coloniales que nous possédions en France.

Pour chacune de ces florules, l'auteur donne un tableau aussi complet que possible de la nature et de la distribution des espèces, en décrit un grand nombre de nouvelles et ses déterminations, contrôlées le plus souvent par l'examen d'échantillons authentiques, offrent toutes les garanties d'exactitude qu'il est désirable de rencontrer dans les Ouvrages de Botanique descriptive.

Le travail que M. Bescherelle a présenté au concours de 1896 est d'un

autre ordre que les précédents. C'est une étude préparatoire à la monographie d'un genre de Mousses peu connu, fort embrouillé, le genre *Calymperes*. L'auteur en dispose méthodiquement les nombreuses espèces d'après les caractères fournis par certaines parties de la feuille, dont on ne s'était pas servi jusqu'à lui. Dans les feuilles les plus complètement différenciées, on distingue, outre le parenchyme fondamental, un groupe de grandes cellules incolores (*cancellines*) occupant la base du limbe et une bande étroite de cellules minces, allongées, jaunâtres (*téniole*) courant parallèlement au bord de la feuille, à quelque distance de ce bord. Le plus ou moins grand développement de ces diverses parties, leur forme, la manière dont elles s'agencent entre elles, ont servi à dresser un Tableau analytique où sont rangées les 175 espèces que l'auteur a examinées et dont plus de 50 sont nouvelles et décrites dans ce travail.

Un tel ensemble de publications a placé M. **Bescherelle** dans un rang éminent parmi les bryologues et la Commission est heureuse de lui témoigner la haute estime qu'elle a pour ses travaux en lui attribuant le prix Desmazières.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Trécul, Chatin, Van Tieghem, Guignard ; Bornet, rapporteur.)

L'apparente uniformité et le peu d'attrait extérieur d'un très grand nombre de Lichens, la nécessité d'employer pour leur étude d'assez forts grossissements du microscope, peut-être aussi la difficulté d'arranger commodément dans l'herbier les espèces qui croissent sur les rochers ou les écorces, font que ces plantes ne sollicitent pas l'attention des amateurs au même degré que les Mousses ou les Champignons, par exemple. Mais si les botanistes qui s'occupent de leur recherche sont peu nombreux, ils sont remarquablement actifs et zélés. M. C. **Flagey** en fournit la preuve.

Sous le titre de *Flore des Lichens de la Franche-Comté*, dont 611 pages ont déjà paru et dont la dernière Partie est à l'impression, l'auteur fait connaître la végétation lichénologique d'une région plus étendue que ne l'indique la dénomination administrative de Franche-Comté. Elle comprend en effet une partie des Vosges, du département de l'Ain et une bande de la Suisse s'étendant jusqu'au Salève. A l'intérieur de ces limites, dont quelques points avaient été déjà visités par des botanistes exercés, l'auteur ne pou-

vait espérer récolter une ample moisson d'espèces nouvelles; sa tâche principale était de dresser l'inventaire des espèces qui peuplent les parties de sa circonscription non encore explorées, de beaucoup les plus vastes, et il s'en est acquitté à merveille. Mais tout en louant la partie descriptive qui est assurément la plus considérable, il convient de faire d'expresses réserves relativement à certains passages des généralités préliminaires où l'auteur ne se montre pas suffisamment informé.

En transportant en Algérie le champ de son activité, M. Flagey devait trouver des conditions bien plus favorables qu'en Franche-Comté. Quelques parties seulement de cette riche et intéressante contrée ayant été visitées et souvent à la hâte, toutes les excursions étaient fructueuses; elles ajoutaient de nouvelles localités pour les espèces déjà connues et fournissaient un grand nombre d'espèces non décrites. Le *Catalogue des Lichens de l'Algérie,* qui a paru cette année même et dans lequel l'auteur fait connaître le résultat des recherches qu'il a poursuivies, pendant ces dix dernières années, dans la province de Constantine, a triplé le nombre des espèces ou variétés signalées en Algérie par ses prédécesseurs. Parmi ces espèces, soixante-dix sont nouvelles et, à quelques exceptions près, elles ont été décrites par M. Flagey qui les a soumises, afin d'éviter les doubles emplois, à l'examen préalable de M. Arnold ou de M. Nylander, deux maîtres en Lichénologie. Un exsiccata de Lichens algériens, composés d'échantillons remarquablement beaux et dont le nombre dépasse déjà trois cents, constitue un précieux supplément au Catalogue et le plus sûr moyen de rendre les descriptions tout à fait claires et complètes, puisqu'elles peuvent être contrôlées sur les objets mêmes auxquels elles s'appliquent.

Ces résultats montrent quelles découvertes intéressantes il est permis d'espérer d'une exploration plus approfondie de l'Algérie et surtout de ses montagnes qui sont encore à peu près inconnues au point de vue des Lichens. M. **Flagey** ne demande qu'à poursuivre et étendre ses études. Désireuse de faciliter sa tâche, la Commission propose à l'Académie de lui accorder un encouragement.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard ;
Émile Blanchard, rapporteur.)

Après s'être occupé particulièrement de Géologie et de Minéralogie et avoir formé une importante collection géologique régionale qui comprend environ 40,000 échantillons, M. **Charles Janet** s'est livré à l'étude des phénomènes de la vie et des mœurs chez différents insectes. Il a publié une série de Notes fort intéressantes sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles. Il a reconnu la manière dont se produit une stridulation chez différentes Fourmis, même chez de très petites espèces.

M. Janet a découvert dans la tête de certaines Fourmis, des Nématodes, (*Peloderia Janeti*) qui viennent y faire des séjours assez prolongés. Ce sont de petits vers qui pénètrent dans le pharynx par la bouche et se développent aux dépens du liquide sécrété par la glande qu'ils habitent. Les Fourmis ainsi mises à contribution, en paraissent pas souffrir de la présence de ces parasites qui se rencontrent parfois sur un seul individu au nombre d'une centaine. Dans une Note, M. Janet a décrit en détail l'organe de stridulation de la *Myrmica rubra*. Cette description est accompagnée de deux figures représentant l'organe d'après deux préparations bien réussies.

On doit à l'auteur un ensemble d'observations intéressantes sur le nid de la *Vespa Crabro;* il a donné l'histoire complète d'un nid de Frelons observé d'une manière continue, depuis le jour de son apparition, au mois de mai, jusqu'à l'extinction de la colonie, au mois de novembre. Les nids de Frelons, établis dans les cavités des arbres et des murs, sont toujours, à l'origine, pourvus d'une petite enveloppe construite par la mère. D'autres enveloppes, extérieures à la précédente et de plus en plus grandes, sont toujours construites par les ouvrières au fur et à mesure de la démolition des enveloppes internes et de l'accroissement des gâteaux. Il en résulte une vraie muraille cloisonnée, où l'air emprisonné ne peut guère se renouveler et qui constitue une enveloppe éminemment favorable à la conser-

vation de la grande quantité de chaleur dégagée dans le nid par ses nombreux habitants.

Le 8 octobre, dans un nid recouvert d'enveloppes complètes et contenant une cinquantaine d'individus, M. Janet a constaté une température intérieure de 32°, dépassant de 16° la température ambiante. Cette différence de 16° s'est maintenue jusqu'au 10 octobre.

Les faits qui viennent d'être rapportés suffiront pour donner la preuve que l'Académie fera bonne justice en attribuant, pour l'année 1896, le prix Thore à M. **Charles Janet**.

PRIX SAVIGNY.

La Commission décide qu'il n'y a pas lieu de décerner, cette année, le prix Savigny.

MEDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Chauveau, Brouardel, d'Arsonval, Duclaux; Lannelongue, rapporteur.)

Le professeur **Sigismond Laskowski**, de Genève, a envoyé un Atlas iconographique représentant l'Anatomie normale du corps humain. Cet Atlas, composé de XVI planches chromolithographiques et accompagné d'un texte, est l'œuvre la plus accomplie que je connaisse dans ce genre. Jusqu'ici les Atlas d'Anatomie normale étaient imprimés en noir ou coloriés ensuite à la main; leur exécution était ainsi simplifiée. M. Laskowski a eu recours à la Chromolithographie et certaines planches, admirables d'ailleurs, ont été tirées en dix-huit couleurs, ce qui a exigé dix-huit pierres différentes et dix-huit tirages pour l'impression d'une seule planche.

Pour donner une idée de la valeur scientifique de cet Ouvrage, il me suffira de prendre pour type la planche du squelette de l'homme. L'idée

qui a guidé l'auteur dans sa confection a été la recherche de la vérité anatomique parfaite des formes dans tous les détails, des proportions rigoureusement exactes des parties constituantes et la beauté de l'ensemble. Il a voulu créer un idéal aussi parfait que possible, pouvant servir de type pour les études et les recherches, de modèle pour les Beaux-Arts; il a voulu présenter une image plastique, animée avec son expression particulière et non pas un sombre et imparfait emblème de la mort. On a donné au squelette l'attitude qu'il prend dans une forte inspiration, attitude qui caractérise éminemment la vie.

La somme de travail, de recherches et de calculs qu'a coûtée à elle seule l'exécution de cette planche a dû être énorme et suffit pour faire valoir le mérite de cet Atlas absolument original et dont tous les détails sont d'une exactitude et d'une vérité parfaite.

Le Précis de MM. **Brocq** et **Jacquet** est un traité complet, en cinq Volumes de l'Encyclopédie Léauté, sur la *Dermatologie*.

Les auteurs y exposent, d'une façon claire, l'état actuel de la Science et sous cet aspect c'est une *œuvre de vulgarisation;* mais ils ont cherché d'autre part à donner sur la matière un ensemble synthétique plus complet et sur un assez grand nombre de points ils ont résumé des idées tout à fait originales, fruit d'une observation clinique étendue et de recherches expérimentales multipliées.

C'est la première fois que la *Pathologie générale cutanée* a été considérée isolément, innovation brillante qui montre avec clarté comment la Dermatologie est en contact avec la Pathologie générale, comment elle en reçoit ou lui donne maint enseignement précieux.

Au milieu des nombreux faits nouveaux on y trouve développée une conception générale de l'un des auteurs, féconde en considérations utiles, relative à l'importance et au rôle des faits de passage, autrement dit des chaînons intermédiaires aux grandes dermatoses, dont la constitution intime se dévoile dès lors avec précision.

Les dermatoses microbiennes, les tuberculoses cutanées surtout, enfin les dermatoneuroses sont l'objet d'une étude soignée, puisée pour une bonne part dans les recherches personnelles des auteurs qui ont notablement augmenté le champ de nos connaissances sur bon nombre de points.

Ne voulant pas m'étendre je me bornerai à rappeler que les travaux de MM. **Brocq** et **Jacquet** sur la dermatite herpitiforme, l'urticaire, le lichen simple, les prurigos, etc., ont avantageusement modifié le classement, le

mécanisme pathogénique et amélioré le traitement de ces diverses affections.

Le Livre de MM. **Broca** et **Maubrac** est un exposé général et une mise au point des conquêtes récentes de la Chirurgie cérébrale. Les auteurs commencent par une étude d'ensemble sur la séméiologie de l'encéphale et les localisations cérébrales de laquelle découlent les indications opératoires proprement dites. C'est le Chapitre le plus neuf. Ils étudient, ensuite, les différentes lésions pouvant justifier une opération; ils ont eu la sagesse de ne pas céder à un enthousiasme irréfléchi et ils rejettent les opérations dans beaucoup de cas de tumeurs cérébrales. On doit remarquer comme ayant été l'objet d'études spéciales la partie de l'Ouvrage qui traite des abcès intra-craniens dans les otites, et celle qui est consacrée aux accidents tardifs consécutifs aux blessures du crâne.

M. **Comby**, Médecin de l'Hôpital Trousseau, vous a présenté six Volumes, dont il est l'auteur :

1° *Traité des Maladies de l'Enfance;* 2° *Formulaire thérapeutique et prophylaxie des Maladies des Enfants;* 3° *Petit Dictionnaire d'Hygiène infantile;* 4° *Le Rachitisme;* 5° *Les Oreillons;* 6° *L'Empyème pulsatile.*

C'est une œuvre considérable qui atteste un labeur personnel persévérant et dans laquelle on trouve beaucoup d'aperçus nouveaux dénotant chez M. Comby un esprit chercheur et original. Je me contenterai de signaler quelques points saillants.

Dans le Traité des *Maladies de l'Enfance* se trouve une étude très complète des stomatites et des maladies du tube digestif en général. Plusieurs variétés de stomatites qui n'avaient pas trouvé place dans les Ouvrages classiques sont décrites, pour la première fois, et nettement distinguées des affections similaires. Passant à l'étude des dyspepsies, l'auteur montre le rôle important joué par l'estomac dans les maladies de l'enfance, et les multiples conséquences de la dyspepsie chronique (troubles de la nutrition générale, de la nutrition des os, manifestations cutanées, etc.). Il met en relief le rapport étroit qui unit la dyspepsie avec les dermatoses purigineuses.

Dans son Livre du *Rachitisme,* il donne les résultats de ses nombreux examens cliniques qui lui ont montré l'extrême fréquence de la dilatation de l'estomac et il peut affirmer, avec preuves à l'appui, la subordination de la plupart des cas de rachitisme à la dyspepsie préalable.

L'Académie a reçu de MM. **Imbert** et **Bertin-Sans**, de Montpellier, et de MM. **Oudin** et **Barthélemy**, de Paris, plusieurs Communications sur les applications de la Radiographie aux diverses branches des sciences médicales. Ces travaux multiples, parus à diverses époques depuis la mémorable Communication du 21 janvier 1896 de notre Confrère M. Poincaré sur le Mémoire de Röntgen, et qui livrent à la publicité les nouveaux résultats, témoignent des perfectionnements apportés par les divers physiciens ou par eux-mêmes au procédé primitif. Ils montrent aussi d'une manière éclatante l'importance de la découverte dans le diagnostic médico-chirurgical.

Il est inutile de rappeler ici tous les noms de ceux qui ont successivement modifié d'une manière heureuse et pratique l'appareil primitif. Qu'il me suffise de dire que, depuis Poincaré qui a conseillé l'emploi de la cathode concave, d'Arsonval qui a fait plonger le tube de Crookes dans une cupule en celluloïde remplie d'eau, jusqu'à Sylvanus Thompson qui a créé les *tubes focus* avec une cathode de platine à 45°, il y a eu toute une série de perfectionnements qui ont permis à la méthode de devenir pratique et à la portée de beaucoup.

MM. Imbert et Bertin-Sans ont imaginé de placer un diaphragme en dehors du tube de Crookes pour créer un foyer.

MM. Oudin et Barthélemy ont été les premiers, en France, à faire de la Rodiographie. Ils ont ce mérite d'avoir eu à reconstituer de toutes pièces le procédé expérimental dont la technique était passée sous silence dans le Mémoire de Röntgen, si complet au point de vue théorique. Les premières épreuves obtenues à Paris ont été présentées par eux à l'Académie et ils n'ont pas cessé depuis de contribuer, par une étude persévérante, à des perfectionnements ou à une adaptation mieux comprise de la méthode nouvelle aux besoins de la clinique. Leurs efforts n'ont pas peu contribué à la vulgarisation de la Radiographie dans nos Sciences.

C'est pour ce motif que votre Commission a cru devoir proposer à l'Académie d'accorder une récompense spéciale à MM. Oudin et Barthélemy pour venir en aide aux dépenses nécessitées par leurs recherches et de partager le prix Montyon entre MM. **Imbert** et **Bertin-Sans** d'une part et MM. **Oudin** et **Barthélemy** de l'autre.

M. le Dr **Legrain** a publié toute une série de Mémoires, d'articles de journaux, et plusieurs Ouvrages même, soit seul, soit en collaboration avec M. Magnan et avec M. Barbier, Président honoraire à la Cour de Cassation. Toutes ces publications se rattachent, de près ou de loin, à l'alcoo-

lisme, à ses effets immédiats ou à ses effets éloignés, et ici se présentent les problèmes les plus difficiles, mais aussi les plus sérieux de l'hérédité dans ses rapports avec l'alcoolisme et l'aliénation mentale. Après avoir fortement et longtemps médité sur ce sujet, après avoir accumulé durant plusieurs années un nombre considérable de faits, M. Legrain arrive à établir que ces deux facteurs, hérédité et alcoolisme, mis en présence, réagissent l'un sur l'autre de mille manières et produisent les effets les plus intéressants aux différents points de vue médical, anthropologique, moral et social. On ne saurait oublier que le sujet possède une envergure d'une énorme portée, car il convient d'envisager l'alcoolisme comme un centre vers lequel convergent les ascendants et d'où rayonnent les descendants.

Quels sont les générateurs d'un alcoolique? Quels sont ses fils?

Tels sont les deux grands Chapitres dans lesquels se résout cette capitale question de Pathologie générale : Hérédité et Alcoolisme.

Or de ces deux questions, l'une, la descendance de l'alcoolique, avait déjà préoccupé les esprits; pourtant il y restait beaucoup à glaner et M. Legrain en la fouillant de nouveau en a retiré pas mal de choses. Mais la première question était pour ainsi dire neuve; cette hérédité ascendante M. Legrain l'a établie d'une façon magistrale, et elle l'a conduit à étudier un de ses produits les plus frappants : le dégénéré. Celui-ci ne répond plus à la reproduction du semblable par le semblable, mais à la transformation par hérédité, par dissemblance. L'influence héréditaire se modifie profondément de génération en génération par l'accumulation, la confluence de tares nouvelles qui se surajoutent toujours aux anciennes, si bien que, dans l'histoire d'une famille, on note la création d'un état mental nouveau, caractéristique de la dégénérescence. C'est ainsi que l'héréditaire devient un dégénéré.

Le portrait de l'hérédo-alcoolique, c'est-à-dire du malheureux qui reçoit de ses parents, sans pouvoir le répudier, l'héritage du poison, M. Legrain le trace en cinq mots : c'est un dégénéré, un faible (*minus habens*, incapable d'énergie et de résistance); c'est un alcoolique, un convulsivant, un aliéné.

La conclusion dernière est que l'alcool est une grande cause de dégénérescence pour l'individu et pour son espèce; une cause intense de dépopulation; une source énorme de dépenses inutiles.

La Commission accorde deux prix à MM. **Laskowski** et **Legrain**, et partage un troisième prix entre MM. **Imbert** et **Bertin-Sans**, d'une part, et

MM. **Oudin** et **Barthélemy** de l'autre. Elle accorde trois mentions à MM. **Comby**, **Brocq** et **Jacquet**, **Broca** et **Maubrac**. Elle accorde, de plus, une citation à MM. **Dignat**, **Viry** et **Gils**.

Enfin, la Commission exprime le désir qu'une récompense soit accordée à MM. **Oudin** et **Barthélemy** en raison des fortes dépenses qu'ont exigées leurs recherches.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Chatin, Potain, Lannelongue, Bouchard; Guyon, rapporteur.)

La Commission partage le prix Barbier entre MM. les Drs **Bertrand** et **Fontan**, pour leur *Traité médico-chirurgical de l'hépatite suppurée des pays chauds, grands abcès du foie*, et M. le Dr **Raynaud**, pour ses essais de *Sérothérapie contre le typhus exanthématique*.

Elle accorde une mention très honorable à M. le Dr **H. Moreigne**, pour ses Mémoires intitulés : *Étude sur les méthodes de dosage de quelques éléments importants de l'urine et principaux rapports urinaires. — Étude chimico-physiologique sur la cystinurie*.

Il appartenait à deux professeurs des Écoles navales, activement mêlés par leurs publications antérieures au mouvement moderne, d'écrire l'Ouvrage important qui donne, sous tous ses aspects, l'historique, la description et le traitement de l'hépatite suppurée. Le grand Traité de MM. Bertrand et Fontan réunit tous les documents nécessaires à l'étude des graves et délicates questions que soulève l'étude des grands abcès du foie. On y trouve, en particulier, tout ce que leur a enseigné une vaste expérience. Ils basent leurs descriptions sur l'analyse des faits; les éléments qui leur ont servi à les établir sont purement cliniques. Lorsqu'il a fallu discuter, ils n'ont voulu avoir d'opinion qu'après avoir éclairé les résultats de l'observation par ceux de l'expérimentation. Leur objectif principal ne pouvait être que l'exposé des progrès accomplis en pathogénie et dans le traitement chirurgical, sous l'influence des données scientifiques actuelles.

MM. Bertrand et Fontan se rangent parmi ceux qui défendent l'origine bactérienne des abcès du foie; au point de vue du traitement, ils démontrent par l'exposé détaillé des faits, de même qu'à l'aide de statistiques étendues, que : l'incision directe, vraiment large, autant que possible précoce, est seule capable de guérir les grands abcès du foie.

M. **Raynaud** a eu la pensée d'appliquer la Sérothérapie au traitement du typhus exanthématique. Les essais ont été conduits avec méthode et avec prudence. Il a tenté de renforcer l'immunité naturelle des animaux à l'aide d'injections d'humeurs puisées chez l'homme malade et voulait emprunter le sérum de ces animaux pour l'injecter à l'homme atteint de typhus. Les circonstances ne lui ont pas permis de réaliser cette conception; mais, en injectant à l'homme typhique le sérum du sang fourni par l'homme guéri du typhus, il a obtenu des résultats qui ont paru avantageux.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue; Bouchard, rapporteur.)

La Commission attribue le prix Bréant à M. **Rénon** pour ses recherches sur les maladies produites par l'*Aspergillus,* et à MM. **Netter** et **Thoinot**, pour leurs observations sur le typhus exanthématique, et attribue à chacun de ces Messieurs une récompense sur les arrérages de la fondation.

Les *Aspergillus* ont été depuis longtemps considérés comme l'agent de certaines affections des animaux et de l'homme, qu'on a confondues autrefois avec la tuberculose. M. Rénon s'est attaché à étudier expérimentalement les maladies que provoque l'*Aspergillus fumigatus*. Il a étudié les conditions de sa germination et de son développement. Il a étudié les réactions de l'organisme animal contre ce végétal et les procédés de la curation. Il a échoué dans ses tentatives de vaccination par les produits de l'*Aspergillus* ou d'immunisation par le sérum des animaux guéris. Seules les inoculations à doses croissantes de spores virulentes semblent avoir conféré à quelques animaux une certaine résistance.

M. **Thoinot** a étudié l'épidémie de typhus exanthématique de l'île de Tudy et a pu y démontrer la transmission par contagion. A Paris, il a reconnu également la contagion directe et montré le rôle des vagabonds dans la dissémination de l'épidémie.

M. **Netter** s'est attaché surtout à l'étude du typhus dans le nord de la France; sa transmission, par la voie maritime, de la Bretagne au Havre et sa dissémination par les vagabonds de prisons et dépôts de mendicité. Un point de Pathologie a été éclairci et vérifié par les constatations de M. Netter : c'est la durée exacte de l'incubation de cette maladie.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval; Guyon, rapporteur).

La Commission accorde le prix à M. le Dr **Max Melchior**, de Copenhague, pour son Ouvrage intitulé *Cystite et infection urinaire*. Elle donne une mention très honorable à M. le Dr **Paul Delbet**, pour son Ouvrage intitulé : *Anatomie chirurgicale de la vessie*.

Le livre de M. Melchior est la contribution la plus importante qui ait été apportée à la question de l'infection urinaire depuis son origine. Les recherches de l'auteur sont entièrement confirmatives au point de vue bactériologique de celles que MM. Albarran et Hallé ont formulées en 1888. Les études laborieuses poursuivies à l'hôpital Necker par mes élèves établissaient que l'organisme que l'on rencontre dans la plupart des cas, en examinant les urines infectées, est une bactérie pyogène et que le rôle de cet organisme est prépondérant dans l'infection urinaire. On sait aujourd'hui que cet organisme n'est autre que le Coli bacille. M. Melchior a constaté vingt-cinq fois sa présence sur trente-six cas de cystite et vu, comme les auteurs que je viens de citer, que, malgré leur purulence, les urines étaient acides.

Des matériaux cliniques abondants, bien choisis et soigneusement recueillis; des expériences nombreuses, très scientifiquement conduites, permettent des descriptions précises et des discussions approfondies. L'auteur compare, apprécie et juge les travaux antérieurs, il arrive à des conclusions fermes, après une argumentation bien nourrie.

Il fait partout preuve d'un véritable sens clinique et montre à quel point il possède cette qualité si nécessaire dans toute œuvre de Pathologie microbienne, en ne se laissant pas aller, comme plusieurs de ses devanciers, à établir une classification des cystites basée uniquement sur la spécification des agents pathogènes. Aussi l'œuvre de M. Melchior a-t-elle toute la valeur d'un Traité de l'infection urinaire. On n'avait pas encore ajouté un tel faisceau de preuves et de contre-épreuves aux faits si positifs et si nombreux qui ont, dès le début, permis de fournir, à la doctrine nouvelle de la nature et des causes des accidents urineux, la base solide sur laquelle elle est maintenant édifiée.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. Ranvier, Bouchard, Chauveau, Lannelongue; Edmond Perrier, rapporteur.)

Rapport sur les travaux de MM. Mathias Duval *et* Giard.

Parmi les concurrents qui se sont fait inscrire pour le prix Serres, il en est deux qui ont soumis au jugement de l'Académie la presque totalité de leur carrière scientifique, qui sont tous deux professeurs de l'Université de Paris, tous deux candidats à l'Académie des Sciences et qui tous deux, bien qu'ayant suivis des voies très différentes, sont des embryogénistes de haute valeur : ce sont MM. **Mathias Duval** et **Alfred Giard**. La Commission propose, à l'unanimité, de partager le prix Serres également entre eux; tandis qu'elle inscrit pour une mention honorable M. **Laguesse**, auteur de *Recherches sur l'Histogénie du pancréas chez le Mouton.*

M. **Mathias Duval** aurait pu invoquer, à l'appui de sa candidature au prix Serres, un grand nombre de travaux embryologiques résumés dans la *Notice* qu'il a publiée en 1896, et qui tous sont remarquables par la précision des recherches et la netteté des conclusions; parmi tous ces travaux il en soumet seulement quatre à l'examen de la Commission, comme formant un ensemble d'investigations et de découvertes sur un sujet qui répond plus particulièrement à la formule du prix Serres; ce prix doit être attribué, en effet, au meilleur travail d'Embryogénie générale, appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine. Les quatre Mémoires de M. Mathias Duval ont pour titre : 1° *Sur un organe placentoïde chez l'embryon d'oiseau;* 2° *Études histologiques et morphologiques sur les annexes des embryons d'oiseau;* 3° *Le placenta des Rongeurs;* 4° *Le placenta des Carnassiers.*

Le premier de ces Mémoires décrit une annexe de l'embryon des Oiseaux qui jusqu'ici avait échappé à l'attention et qui, formée par le chorion et l'allantoïde, est chargée d'absorber le reliquat d'albumine demeuré dans l'œuf, après la constitution de l'embryon; c'est le premier exemple, chez les Sauropsidés, d'un organe qu'il suffirait de modifier légèrement dans sa forme et de rattacher à la paroi de la matrice pour en faire un organe identique au

placenta des Mammifères. Aussi la découverte d'un pareil fait a-t-elle conduit son auteur à entreprendre une étude détaillée des diverses formes de ce dernier placenta, afin d'arriver à préciser ses rapports avec l'organe qui joue, chez les Oiseaux, un rôle analogue. De ces recherches, ont jusqu'ici seulement paru celles qui sont relatives au placenta des Rongeurs, à celui des Chéiroptères et à celui des Carnassiers; ce sont autant de très gros Volumes accompagnés de planches nombreuses et dans lesquels les questions posées sont, pour ainsi dire, complètement épuisées. Pour chacun des types choisis, l'évolution du placenta est suivie jour par jour; tous les stades sont étudiés, sans lacune, par le procédé si rigoureux et si démonstratif des coupes minces, établies en série et des reconstitutions d'ensemble. Chez le Cochon d'Inde, pris d'abord comme type des Rongeurs, M. Mathias Duval découvre, de la sorte, que le placenta apparaît comme un épaississement exodermique, formant une masse de cellules pénétrée par les capillaires maternels; bientôt ces cellules se fusionnent en partie; leurs limites cessent d'être discernables, et elles constituent toutes ensemble un *plasmode ectoplacentaire,* creusé de cavités dans lesquelles circule le sang de la mère, devenu libre par suite de la résorption des parois des capillaires. L'auteur arrive ainsi à ce résumé saisissant de ses recherches : *Le placenta du Cochon d'Inde est une hémorragie interne, circonscrite et enkystée par un tissu fœtal exodermique.* Chez le Rat et la Souris, les choses se compliquent. Le développement très précoce de l'amnios aux dépens d'un épaississement exodermique avait conduit les anciens embryologistes à une singulière confusion; ils avaient pris la cavité amniotique, prématurément formée, pour la cavité entodermique; les parois de cette cavité, de nature essentiellement exodermique, semblaient donc entodermiques, et le véritable entoderme passait, de son côté, au rang d'exoderme; dès lors tous les organes d'origine exodermique chez les autres Mammifères paraissaient ici d'origine entodermique et réciproquement. Les recherches de M. Mathias Duval, qui a découvert, en outre, des faits analogues chez les Chéiroptères, ont démontré l'inanité de cette prétendue *inversion blastodermique,* et ramené au cas général le développement si paradoxal, en apparence, des Muridés. Elles ont de plus établi que la constitution du placenta était, chez ces animaux, plus complexe que chez les Caviidés. L'hémorragie maternelle est pour ainsi dire captée à sa source, grâce à des formations exodermiques constituant le *suspenseur,* organe spécial aux Rongeurs dits à *inversion.*

Enfin le placenta zonaire des Carnassiers est aussi une formation exodermique qui se greffe sur la muqueuse utérine, végète dans son

épaisseur, enveloppe et englobe les vaisseaux maternels dont les parois endothéliales, au lieu de se résorber comme chez les Rongeurs, demeurent absolument intactes; c'est seulement dans la bordure verte, inexpliquée jusqu'à M. Mathias Duval, de ces placentas zonaires, qu'il peut être question d'une hémorragie maternelle enkystée par des édifications fœtales d'origine exodermique.

On sait l'importance que les zoologistes ont attachée depuis les recherches de Von Baër, à la constitution du placenta, et le parti qui a été tiré, notamment par notre confrère M. Alph. Milne-Edwards, de ses variations de forme pour la classification des Mammifères ; dans cette classification régnait encore quelques confusions résultant de la ressemblance inattendue des formes placentaires chez des animaux aussi éloignés que les Insectivores, les Chéiroptères, les Rongeurs, d'une part, et les Primates d'autre part, ou bien encore les Carnassiers, les Damans et les Éléphants ; en précisant les différences profondes de constitution qui distinguent des placentas semblables en apparence, M. Mathias Duval aura rendu un grand service à l'Embryogénie générale. Ses travaux auront contribué à éclaircir divers points de structure du placenta humain, demeurés encore douteux; de plus, en montrant comment cette structure se modifie aux diverses phases du développement, ils auront préparé la solution de questions qui préoccupent depuis longtemps les médecins, telles que celles de l'immunité congénitale, du passage des microbes ou des médicaments de la mère au fœtus, etc.

L'œuvre de M. **Alfred Giard** est tout autre que celle de M. Mathias Duval. Grand lecteur, par conséquent très érudit, très au courant de toutes les actualités zoologiques, très attentif à recueillir et à propager les découvertes et les idées nouvelles qui surgissent à l'étranger, M. Giard est intervenu dans un grand nombre de controverses embryologiques, tout à la fois en discutant les faits et les interprétations, dès leur apparition dans la Science, en les vérifiant ou en étendant leur portée par des observations nouvelles, en les rapprochant, d'une façon souvent suggestive, de faits antérieurement connus et en créant de la sorte des catégories, presque toujours assez heureusement dénommées pour fixer sur elles l'attention. Explorateur ardent et avisé des plages maritimes, très curieux de retrouver sur nos côtes les animaux rares ou singuliers signalés ailleurs, il a eu l'occasion de faire de nombreuses et intéressantes constatations embryologiques, et d'y ajouter des découvertes fauniques, en quelque sorte préméditées et aussitôt consignées dans le Recueil périodique qu'il a fondé (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*). Il résulte de cette méthode

de travail que l'œuvre de M. Giard, à part sa Thèse de doctorat (*Recherches sur les Ascidies composées ou Synascidies*) et les belles *Contributions à l'étude des Bopyriens*, publiées en collaboration avec M. Jules Bonnier, se compose surtout de Notes assez courtes où la critique des idées, les généralisations nécessairement provisoires, les hypothèses toujours ingénieuses, les essais toujours intéressants mais parfois fragiles d'explication se combinent d'une façon si intime avec les observations proprement dites, qu'il devient difficile de les en séparer. Je n'essayerai donc pas de suivre pas à pas les travaux successifs de M. Giard, je chercherai seulement à montrer comment ils s'enchaînent, de manière à mettre en relief leur importance pour l'Embryogénie générale.

La connaissance exacte de la structure de l'œuf et des phénomènes de transformation qu'il subit avant la fécondation ou concurremment avec elle est d'une importance primordiale pour l'explication des phénomènes ultérieurs du développement. De ces phénomènes l'un des plus généraux est la sortie des globules polaires qui s'effectue en un point de la surface de l'œuf par lequel passera toujours le premier plan de segmentation. M. Giard a contribué, pour sa part, à établir que ces globules se forment par une division indirecte du noyau de l'œuf, et ont, par conséquent, la qualité de véritables éléments anatomiques non utilisés pour l'édification de l'embryon. En général, il se produit deux globules polaires. Mais, ainsi que l'ont montré divers observateurs, la production du second de ces globules fait défaut chez les œufs d'été parthénogénétiques des Rotifères, des Ostracodes et des Cladocères. Ces œufs *prédestinés* à l'évolution parthénogénétique sont distingués par M. Giard sous le nom d'*œufs thélytoques* des œufs *arrénotoques*, à évolution parthénogénétique accidentelle que produisent divers Insectes (œufs mâles des Abeilles, œufs des *Polistes, Nematus, Bombyx, Psyche, Gastrophysa,* etc.) et chez qui il se forme toujours deux globules polaires. La production de deux globules polaires par les œufs arrénotoques établit que la fécondation n'est pas nécessitée, comme on l'a souvent affirmé, par la sortie des globules polaires et la réduction du noyau de l'œuf qui en est la conséquence.

Serres, le fondateur du prix d'Embryogénie, considérant l'Homme comme le plus parfait des êtres vivants et, en quelque sorte, leur résumé, a formulé, en 1842, une loi à laquelle il attachait la plus haute importance. « *L'organogénie humaine,* disait-il, *est une anatomie comparée transitoire comme, à son tour, l'anatomie comparée est l'état fixe et permanent de l'organogénie de l'homme.* » Depuis l'avènement du transformisme, cette loi, légèrement modifiée par Fritz Müller, est devenue, pour les

embryogénistes, une sorte d'axiome fondamental, et ils l'énoncent en disant que *les formes embryonnaires des animaux ne font que répéter rapidement les formes adultes que ces animaux ont successivement revêtues au cours de leur évolution paléontologique*. Ce qu'on peut encore exprimer en disant que *l'embryogénie d'un animal n'est qu'un abrégé de sa généalogie*. De cette loi, M. Giard a fait, à plusieurs reprises, d'intéressantes applications. Étudiant le développement d'un Mollusque à coquille aplatie et cachée la *Lamellaria perspicua* qui broute les Ascidies composées, il a montré que sa coquille revêtait successivement la forme des coquilles des Atlantes et des jeunes Carinaires; ces coquilles larvaires avaient été décrites sous les noms d'*Echinospira* ou de *Calcarella*; mais M. Giard a surtout révélé, en collaboration avec M. Jules Bonnier, une série très remarquable de correspondances de ce genre chez les *Isopodes parasites;* là, les *Microniscus* sont un état permanent de la deuxième forme larvaire des *Bopyrus;* les femelles des *Dajus* gardent la forme commune aux deux sexes chez les *Phryxus*; les *Cryptoniscus* traversent momentanément la forme définitive des *Phryxus* et les mâles des *Entoniscus* ont une phase larvaire qui reproduit les *Cryptoniscus* (1).

Toutefois la formule de l'Embryogénie n'est pas aussi simple que l'indique la loi de Serres. Les embryons présentent, au cours de leur évolution, des adaptations diverses qui leur sont propres, n'influent en rien sur le résultat final du développement, mais peuvent faire paraître fort différentes les formes embryonnaires d'animaux très voisins les uns des autres à l'état adulte. Si les termes d'*embryogénie dilatée* et d'*embryogénie condensée*, employés par M. Giard, sont insuffisants pour classer des phénomènes qui ne ne se divisent pas en deux groupes opposés, mais présentent, au contraire, une progression continue; si le terme d'*embryogénie dilatée* est absolument inadmissible, puisque l'essence du développement embryogénique est, au contraire, une généalogie surchargée peut-être d'éléments étrangers, mais toujours très abrégée; s'il est même incorrect d'employer le mot de *condensation* là où il s'agit, en réalité, d'une *accélération* dans la succession de phénomènes qui se produisent d'habitude plus lentement, accélération à laquelle conviendrait, par exemple, le nom de *tachygénèse*, M. Giard n'en

(1) De ces correspondances, les deux auteurs ont pu conclure, non sans vraisemblance, que les Isopodes parasites des Crustacés décapodes étaient les descendants des Isopodes parasites des Rhizocéphales dont ces Décapodes sont si souvent infestés. Ce seraient les Rhizocéphales, parasites eux-mêmes, qui auraient transporté sur les Décapodes les parasites au second degré dont ils étaient porteurs.

est pas moins un des premiers qui aient caractérisé les uns par rapport aux autres les divers modes de développement présentés par des animaux appartenant à une même lignée. Pour donner à ses aperçus une précision tout à fait scientifique, il suffit de faire remarquer que la loi de Serres ne saurait être vraie que lorsque l'animal, à toutes les phases de son développement, est susceptible de mener une vie indépendante, puisque les formes adultes que ces phases représentent étaient elles-mêmes essentiellement agissantes. Les formes inférieures de nombreux groupes zoologiques sont réellement dans ce cas; c'est seulement parmi elles que, sauf les cas d'adaptations spéciales de l'embryon, on peut espérer observer une *embryogénie normale*. Cette embryogénie normale, une fois bien connue, servira d'étalon pour mesurer le degré d'accélération des autres formes, déterminer les modifications adaptatives des embryons, formuler les lois de ces accélérations et de ces adaptations. M. Giard a signalé avec raison ce qu'il appelle la *nécrobiose phylogénique,* comme un critérium probable des embryogénies les plus accélérées.

La *tachygénèse* ou *accélération embryogénique* peut porter déjà sur les premières phases du développement embryogénique et en modifier considérablement les processus. Les types variés de développement, qui ont été si minutieusement décrits, ne sont, en définitive, que les divers procédés grâce auxquels, par une division répétée, un plastide peut arriver à produire, dans un espace limité, une sphère pluricellulaire, en présence d'une masse inerte dont la quantité varie suivant les espèces ou les groupes, dont le plastide primitif est d'abord pénétré, et dont les plastides nés successivement de sa division tendent à s'isoler d'abord, pour l'absorber ensuite. La masse inerte qui, d'ailleurs, n'est jamais complètement isolée de la masse vivante, est le *vitellus nutritif*. Quand le vitellus est peu abondant, la sphère se constitue régulièrement, sans encombre; elle est creuse et limitée par une seule couche de cellules. Dans sa cavité pénètrent bientôt, de la périphérie, les éléments anatomiques qui formeront les couches non superficielles de l'embryon, et cette pénétration peut se faire par des procédés variés que nous pouvons désigner ici par des noms nouveaux, et entre lesquels il existe de nombreux intermédiaires. Si ces éléments s'enfoncent isolément, un à un, en quelque sorte, nous dirons qu'il y a *sporadobythie* (beaucoup d'Éponges et de Polypes). Si les cellules qui doivent pénétrer dans la cavité, au lieu de s'isoler une à une des cellules déjà existantes par des plans obliques de division, se détachent en bloc par une division tangentielle, de manière à former toutes ensemble une membrane, nous dirons qu'il y a *hyménobythie,* ou *délamination;* si

l'une des moitiés de la sphère s'aplatit et s'invagine dans l'autre, il y aura *physobythie*, ou *invagination;* en dehors de cette invagination initiale, beaucoup d'organes se forment aussi plus tard par invagination de l'exoderme (œil et otocystes de Mollusques, centres nerveux, etc.). Les futures parois de la cavité générale naissent encore comme des *évaginations* de l'entoderme chez les Échinodermes, Brachiopodes, Chétognathes et Vertébrés, ce qui n'est en somme qu'une forme de la physobythie. Si l'on imagine maintenant que l'invagination se produise dans une région si limitée que les cellules, en s'invaginant, s'accolent à elles-mêmes et qu'elles n'en continuent pas moins à se diviser, la poche d'invagination se transformera en une masse cellulaire, qui paraîtra née de la prolifération sur place des éléments anatomiques d'une région donnée; la *physobythie* sera remplacée par la *soreusie*, et le second procédé ne sera qu'une accélération du premier. En 1890, M. Giard a exprimé ce dernier fait par la formule suivante, que M. Mathias Duval a appelée la *loi de Giard :*

Lorsque, dans le développement d'animaux voisins, un organe prend naissance, tantôt par invagination ou reploiement d'un feuillet cellulaire, tantôt par formation d'une masse cellulaire pleine, qui, plus tard, peut se diviser ou se creuser d'une cavité, ce deuxième mode de formation doit être considéré comme une accélération (condensation) du premier.

Les expressions définies plus haut permettent d'énoncer cette loi plus brièvement en disant que *la soreusie est une accélération de la physobythie.*

Les effets de l'accélération embryogénique ne se font pas sentir de la même façon sur tous les systèmes d'organes d'un animal; quand on compare les embryons d'animaux appartenant à un même groupe, on s'aperçoit bien vite qu'ils diffèrent souvent parce qu'un système d'organes a pris chez quelques-uns une avance plus ou moins considérable sur les autres qui ont pu même éprouver des adaptations temporaires de nature à ralentir leur évolution. C'est ce que M. Giard appelle des *hétérochronies* embryonnaires, et il en a signalé un certain nombre d'exemples chez les Ascidies.

Un des cas les plus intéressants d'hétérochronie est celui où, les organes génitaux se développant prématurément, un animal est capable de se reproduire à l'état embryonnaire ou larvaire. Ces cas, connus depuis longtemps d'ailleurs chez certains animaux (Axolotls, Tritons), mais dont le nombre s'est beaucoup accru dans ces derniers temps, M. Giard les a groupés sous le nom de *progénèse.* Ils sont, en quelque sorte, la contrepartie des phénomènes de *castration parasitaire* et des conséquences qu'ils entraînent au point de vue des caractères sexuels externes, conséquences si bien étudiées, après Westwood et Newport (1848), par M. J. Pérez, sur

les Andrènes stylopisées (1884), et dont M. Giard a fait connaître la fréquence et généralisé les effets chez les Crustacés décapodes et certaines plantes. Chez les animaux hermaphrodites (assez nombreux Mollusques, Cirripèdes, etc.), il y a souvent progenèse de l'appareil mâle ou seulement *progenèse protandrique*, de sorte que l'animale d'abord mâle devient ensuite hermaphrodite, puis exclusivement femelle. La progenèse protandrique est évidemment soit une préface de la séparation des sexes, soit un prélude de l'hermaphrodisme; c'est de toutes façons une intéressante phase transitionnelle, dont M. Giard a soigneusement étudié les formes diverses chez les Isopodes parasites des Crustacés et les Cirripèdes.

D'autre part, l'accélération embryogénique n'est pas toujours la même pour tous les individus d'une espèce donnée, lorsque ces individus se développent dans des conditions différentes. Le fait est particulièrement frappant pour le *Palæmonetes varians*, animal différent à peine de la Crevette commune, mais qui est susceptible de vivre indifféremment dans l'eau de mer, dans l'eau saumâtre et dans l'eau douce. Déjà, en 1879, Walter Faxon, étudiant le développement du *Palæmonetes vulgaris* des États-Unis, remarquait que les œufs de cette espèce littorale étaient beaucoup plus petits ($0^{mm},5$ au lieu de $1^{mm},25$) et plus nombreux que ceux du *Palæmonetes exilis* qui le représente dans les eaux douces et il se demandait si les *Palæmonetes* d'eau douce ne sortaient pas des œufs à un état plus avancé de développement que les *Palæmonetes* marins; les recherches de Mayer et de Boas (1889) auxquelles sont venues s'ajouter, la même année, celles de M. Giard, ont montré que bien réellement la forme d'eau douce du *Palæmonetes varians* présente des œufs plus gros et une évolution plus rapide que la forme marine; des phénomènes analogues ont été constatés par Brooks chez l'*Alpheus heterocheles* et par Henrick sur l'*Alpheus Saulcy*, et M. Giard a désigné sous le nom de *pœcilogonie* ce genre de phénomènes, et il s'est attaché à en développer les conséquences qui sont importantes. On croyait autrefois, par exemple, que deux insectes identiques à l'état adulte, mais dont les formes larvaires étaient différentes, appartenaient nécessairement à deux espèces distinctes; il peut n'y avoir là qu'un simple fait de pœcilogonie. Les animaux d'eau douce et les animaux terrestres ont, en général, un développement plus accéléré que les animaux marins; dès 1874, M. Giard établissait que les Molgulides fixés se développent autrement que les Molgulides libres; j'ai montré moi-même que les Échinodernes incubateurs ne présentent pas les formes larvaires si étranges de leurs congénères à développement pélagique; les causes qui ont déterminé la pœcilogonie du *Palæmonetes varians*, de l'*Alpheus heterocheles*, de l'*Al-*

pheus Saulcy, etc., peuvent évidemment être invoquées pour expliquer la réalisation de ces modes de développement; à la vérité, il n'y a plus ici, à proprement parler, pœcilogonie, c'est-à-dire variation, suivant les circonstances, du mode de développement des divers individus d'une espèce donnée, mais adaptation à des conditions de développement communes de tous les individus d'une même espèce, en un mot *armozogonie*.

Des causes analogues peuvent amener certaines espèces à devenir vivipares ou même parthénogénétiques; dès lors, s'il y a en même temps tachygenèse de l'appareil génital, on arrive aux modes de développement parthénogénétique des Pucerons, des Cœcidomyes, etc., qu'on a désignés sous le nom de *pédogénèse;* de là on passe facilement à la prétendue génération alternante des Trématodes [1], passage que M. Giard a compris, il est vrai, d'une manière un peu différente et rattaché à la reproduction par bourgeonnement ou *blastogénèse*. Les phénomènes les plus singuliers, en apparence, de la génération se trouvent ainsi étroitement reliés entre eux.

Nous n'avons pas à insister ici sur les nombreuses observations de Zoologie pure du professeur d'Embryogénie de la Sorbonne, bien qu'elles aient été souvent dirigées par des conceptions tirant leur origine de l'Embryogénie; il nous paraît également inutile d'entrer plus avant dans le détail de son œuvre embryologique, pour faite comprendre quel a été son rôle dans le développement des idées actuelles sur l'Embryogénie générale.

A côté de cet ensemble de travaux, la Commission a distingué, en raison des qualités de précision qu'elles présentent, les recherches de M. le Dr **Laguesse** sur l'histogénie du pancréas du Mouton. Le résultat principal de ce travail est de faire apparaître une remarquable ressemblance entre le développement du foie et celui du pancréas.

PRIX BELLION.

Commissaires : MM. Bouchard, Brouardel, Guyon, Lannelongue; Potain, rapporteur.)

Le Dr **de Brun**, professeur à la Faculté de Médecine de Beyrouth, présente au concours pour le prix Bellion une série de Mémoires, qui ont paru depuis 1889, et un travail encore inédit.

---

(1) Edmond Perrier, *Traité de Zoologie*, p. 49 et 1791.

Quatre de ces Mémoires ont trait à la dengue. Ils furent publiés dans la *Revue de Médecine* et ont contribué beaucoup à nous faire bien connaître une maladie que jusqu'ici nous n'avons eu aucune occasion d'étudier en France. M. de Brun a dissipé la confusion qui tendait à s'établir entre cette maladie et la grippe. Il a fait connaître très exactement sa symptomatologie et son mode de propagation. Il fait voir que, circonscrite jusqu'ici dans les pays intertropicaux, elle était susceptible cependant de s'implanter dans des régions plus septentrionales; que son peu de propagation tient surtout à la brièveté de sa période d'incubation; mais que des moyens de communication plus rapides pourraient l'étendre beaucoup davantage et que l'Europe entière doit songer à se garder contre une invasion possible.

Dans un Mémoire concernant ce qu'il a appelé le *Pneumopaludisme du sommet*, M. de Brun aborde un sujet absolument neuf et expose l'histoire très bien étudiée d'une affection dont on peut dire que la découverte lui appartient. Nous savions en effet que l'infection paludéenne donne lieu parfois à des manifestations pulmonaires graves. Mais ce que nous ignorions et ce que M. de Brun nous a fait connaître dès 1889, c'est que les manifestations pulmonaires de l'infection paludéenne peuvent affecter une localisation et une forme si analogues à celles de la tuberculisation pulmonaire que la confusion est inévitable pour qui n'est point prévenu. Or ces lésions sont si bien la conséquence directe de l'infection palustre qu'elles cèdent sans peine au traitement spécifique, aussi longtemps qu'elles n'ont point, étant devenues chroniques, donné lieu à des scléroses persistantes. Il y a donc un intérêt considérable à en reconnaître dès le début la nature, afin d'y appliquer à temps le traitement qui guérit. La connaissance de ce fait que nous devons à M. de Brun est un signalé service rendu à la Médecine et à l'humanité.

Dans le Mémoire inédit qu'il adresse à l'Académie, M. de Brun signale et décrit une affection récemment observée par lui en Syrie et pour laquelle il propose le nom de *Myxœdème contracturant hémorragique*. Comme il n'a été observé jusqu'ici que deux faits de ce genre, on ne saurait penser que l'histoire de cette maladie soit encore complète et définitive. Il est impossible de prévoir quelle place elle pourra prendre dans nos cadres nosologiques; mais les faits relatés par l'Auteur ont été admirablement observés et sont très savamment discutés.

Les travaux présentés par M. le Dr **de Brun** constituent donc une œuvre importante, de grand mérite et éminemment utile.

En conséquence, la Commission propose à l'Académie de lui attribuer le prix Bellion, et d'accorder une mention honorable à M. **Bodin**.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Guyon, Brouardel; Lannelongue, rapporteur.)

Le livre que M. **Mauclaire** a envoyé pour le prix Mège est intitulé « Maladies non traumatiques des os ». Il renferme les développements les plus étendus sur chacune des formes des maladies osseuses proprement dites et il y a joint à chaque Chapitre un historique des plus complets. A ce point de vue l'Ouvrage de M. Mauclaire est des plus utiles au praticien et au savant. Mais ce n'est pas le simple désir de publier un Volume possédant une très grande clarté qui a poussé l'auteur dans cette voie; il y a été attiré par de longues études de recherches anatomo-pathologiques et cliniques faites dans mon service à l'hôpital Trousseau. De là une originalité très grande dans l'exposé des questions, et l'on peut dire qu'aujourd'hui la Pathologie osseuse n'offre plus aucune des difficultés qui la rendaient si obscure il y a à peine quelques années.

La Commission propose d'accorder le prix Mège à M. **Mauclaire**.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Bouchard, Ranvier, Potain, Milne-Edwards; Marey, rapporteur.)

M. le professeur **R. Dubois** a adressé au concours un Ouvrage ayant pour titre : « Étude sur le mécanisme de la thermogénèse et du sommeil chez les Mammifères. Physiologie de la Marmotte. » C'est en quelque sorte le registre de son laboratoire que l'auteur a publié dans ce volumineux travail : analyse de gaz, courbes de température et de changements du poids de l'animal, graphiques des mouvements du cœur et de la respiration, tableaux numériques, M. R. Dubois soumet au lecteur tous les éléments de la question. Il serait difficile de le suivre dans ces longs développements, s'il n'avait soin de placer à la fin de chaque Chapitre les conclusions qui lui semblent ressortir des expériences relatées.

Pour lui, le sommeil des hibernants n'est que l'exagération du phénomène du sommeil ordinaire : de part et d'autre, la torpeur est précédée d'un abaissement de température, lié lui-même à une accumulation d'acide

carbonique dans le sang. Cet excès d'acide carbonique influencerait à son tour les réactions chimiques dans l'organisme et, forçant les cellules à travailler à la façon des levures basses, diminuerait les oxydations en favorisant les dédoublements et les déshydratations.

Pendant le sommeil de l'animal, le travail physiologique s'abaisserait énormément et, avec lui, la production de chaleur, qui tomberait pendant cette période à 895^{cal} au lieu de 14000 qui correspondent à la période estivale.

L'auteur évalue à 440^{cal} le dégagement de chaleur sensible par la Marmotte en hibernation et assigne une valeur égale à la chaleur représentée par le travail physiologique.

Votre Commission n'accepte pas sans réserve ces conclusions thermochimiques, mais elle a été frappée de l'habileté et du soin avec lesquels ont été faites les expériences de l'auteur. M. Dubois a recherché quelles sont les parties du système nerveux dont l'intégrité est nécessaire au réveil de l'animal, et il a assigné ce rôle au cerveau moyen et au ganglion cervical inférieur du grand sympathique. Il a vu que pendant l'hibernation le sucre disparaît du sang, tandis que du glycogène s'accumule dans le foie; que cette réserve se fait par l'apport du sang de la veine porte et qu'elle se consomme en produisant l'échauffement au réveil; que le réchauffement de l'animal se produit d'abord dans les muscles respiratoires et de là se répand dans les autres organes.

On ne peut résumer ici tous les problèmes de Physiologie générale que l'auteur a discutés au cours de cette étude et dont il a poursuivi la solution au moyen d'expériences ingénieuses et précises. On ne saurait contester que la somme des connaissances nouvelles ajoutées par M. R. Dubois à celles qu'on avait déjà sur la physiologie du sommeil ne soit considérable, et c'est à ce titre que votre Commission lui a décerné le prix Lallemand.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Lannelongue, Bouchard, Potain, Marey ; Guyon, rapporteur.)

La Commission accorde le prix du baron Larrey à M. le Dr **Edm. Delorme**, médecin principal de l'armée, professeur à l'École d'application du Val-de-Grâce, pour l'ensemble de ses travaux sur la *Chirurgie de la face*.

La rhinoplastie totale et la rhinoplastie partielle, la restauration du bord

libre de la lèvre supérieure, la prothèse du maxillaire inférieur, la palatoplastie dans les pertes de substance étendues de la voûte palatine, en particulier dans les destructions transversales, ont été successivement traitées par l'auteur.

Opérateur ingénieux et habile, M. Delorme a imaginé, pour chacune de ces opérations, si particulièrement difficiles et délicates, des procédés nouveaux. La prothèse du maxillaire inférieur elle-même lui a donné l'occasion de montrer toute son ingéniosité; chacune des opérations qu'il propose constitue un progrès. Les résultats obtenus ont été parfois imparfaits, l'auteur a soin de le reconnaître, mais toujours utiles; dans la restauration transversale du palais, ils ont donné toute satisfaction au chirurgien, comme au blessé.

Les conditions créées par les délabrements étendus et complexes d'un coup de fusil tiré dans la bouche, pendant une tentative de suicide, rendaient la restauration chirurgicale à la fois plus désirable et en apparence moins possible. M. Delorme a cependant réussi à fermer entièrement la large communication établie entre les fosses nasales et la cavité buccale. C'est chez ce même mutilé qu'il a reconstitué le nez par un procédé de rhinoplastie totale basé sur un principe nouveau.

Pour M. Delorme, la condition nécessaire de la rhinoplastie totale est la création préalable d'une loge épidermisée, non sécrétante, sur les parois de laquelle prend point d'appui un support temporaire ou définitif. Lorsqu'il est ainsi utilisé, ce précieux moyen auxiliaire ne détermine pas les accidents divers qui le rendent difficile ou impossible à supporter.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Potain, Duclaux; A. Chauveau, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. Contejean pour l'ensemble de ses travaux sur la digestion gastrique, d'une part, et, d'autre part, sur le mécanisme de

l'action anticoagulante qu'exercent les injections de propeptone dans les vaisseaux sanguins.

I. Des faits intéressants, fort nombreux, mis en lumière par M. Contejean dans son étude physiologique de l'estomac chez les Vertébrés, nous ne retiendrons que ceux qui se rapportent : 1° aux transformations intra-stomacales des albumines sous l'influence du suc gastrique; 2° à la spécialisation du rôle dévolu aux diverses glandes de l'estomac.

II. Que faut-il penser des transformations intermédiaires variées par lesquelles, d'après Kühne et son école, passeraient les albumines alimentaires avant de se changer en peptones dans le tube digestif? Rien ne serait moins démontré, suivant M. Contejean, que l'existence réelle du stade transitoire de globulines, qui s'interposerait entre celles-ci et celles-là. M. Kühne reconnaît un véritable luxe de variétés de ces globulines, albumoses ou protéoses, caractérisées par leur solubilité ou leur insolubilité dans telle ou telle liqueur saline, leur précipitation ou leur non-précipitation par tel ou tel sel. Ce sont là des caractères de médiocre importance. M. Contejean fait observer que si l'on raisonnait de même pour des solutions parfaitement homogènes de savon, d'alumine, de silice gélatineuse, etc., on serait amené à y distinguer plusieurs substances aussi nettement différenciées que certaines protéoses.

En ce qui concerne l'antialbumose, placée à la base de la théorie de Kühne et Chittenden, ce ne serait qu'un produit des manipulations nécessaires à la préparation de cette substance. Elle ne préexiste pas dans les liqueurs des digestions artificielles. On la prépare en croyant l'extraire de ces liqueurs. Si, en effet, l'on poursuit, aseptiquement, pendant longtemps une digestion pepsique, on ne peut plus en retirer d'antialbumose (généralement au bout d'une semaine si la liqueur protéolytique n'est pas trop concentrée). Cette protéose, une des mieux définies, d'après Kühne, par sa résistance à la pepsine et sa sensibilité à l'action de la trypsine, qui jouirait seule de la propriété de la transformer en peptone, ne serait pour M. Contejean que de la *syntonine modifiée* par ses précipitations successives et les manipulations nécessaires à sa préparation. Ce sont ces manœuvres qui rendent finalement le produit en question réfractaire à l'action du suc gastrique.

En Chimie biologique, on est constamment exposé à des écueils analogues, qui rendent extraordinairement difficile l'étude des albuminoïdes, même — surtout peut-être — pour les manipulateurs les plus habiles et

les plus distingués. Il faut savoir gré à M. Contejean d'avoir contribué à montrer ce danger par quelques faits topiques bien étudiés.

III. On connaît les fort intéressants travaux de M. R. Heidenhain sur le rôle des glandes gastriques et la conclusion qu'il en a tirée : Dans ces glandes, l'élaboration des ferments digestifs est exclusivement dévolue aux cellules claires, cellules centrales, cellules principales (*Hauptzellen*); la sécrétion des acides revient aux cellules troubles, cellules de bordure (*Belegzellen*). On ne saurait contester l'exactitude rigoureuse des faits sur lesquels s'est appuyé M. Heidenhain pour établir cette spécialisation, de ceux au moins qui lui sont personnels. Mais les conditions dans lesquelles les principaux ont été recueillis ne permettaient peut-être pas d'avoir pleine confiance dans l'interprétation qu'ils semblaient devoir entraîner nécessairement. C'est, par exemple, le cas des observations faites sur la sécrétion d'un cul-de-sac de Thiry, pratiqué sur l'estomac du chien dans la zone pylorique. Les glandes de la muqueuse stomacale de cette région, chez le chien, ne contiennent que des cellules principales. Ce sont donc les seules qui fonctionnent dans ledit cul-de-sac de Thiry. Or le suc gastrique qu'on en retire, riche en pepsine, ne présente pas trace d'acidité. Il est au contraire notablement alcalin. Donc les cellules principales ont pour rôle exclusif de fabriquer la pepsine. L'acide du suc gastrique est spécialement fourni par les cellules bordantes que possèdent les glandes des autres parties de l'estomac.

Cette conclusion semble à l'abri de toute objection. Pourtant, on pouvait admettre que la sécrétion du suc gastrique dans le cul-de-sac de Thiry ne s'est pas conservée avec tous les caractères de l'état normal. La gravité de l'opération et de ses suites autorisait tout au moins à rechercher si elle n'est pas de nature à entraîner des troubles fonctionnels locaux et si le défaut d'acidité de la sécrétion gastrique n'en dépendrait pas. M. Contejean s'est attaché à ce contrôle. Il y a employé plusieurs méthodes, toutes très ingénieuses. Nous n'en citerons qu'une, la plus simple, défiant toute critique, parce qu'elle se prête facilement à la vérification des faits que cette méthode permet de constater.

M. Contejean établit sur le chien une vaste fistule gastrique dans la région de l'antre du pylore. L'animal guéri, on peut introduire dans le duodénum, soit le doigt, soit un bouchon de caoutchouc fixé à l'extrémité d'une baguette de verre. En tirant légèrement à soi, on amène, en dehors du corps de l'animal, le cul-de-sac droit retourné à l'envers. La muqueuse

est lavée soigneusement avec des solutions légèrement alcalines, puis parfaitement essuyée. On voit alors (que l'animal soit en digestion ou non) sourdre constamment à sa surface, comme la sueur sur la peau, du suc gastrique sortant directement des glandes. Or ce suc est constamment acide, même aux environs immédiats du pylore.

Les autres faits plaidant en faveur de la spécialité d'action des cellules bordantes et des cellules principales ont été examinés également par M. Contejean et soumis par lui à la critique expérimentale. Ce nouveau contrôle lui a fourni l'occasion de faire sur l'œsophage et l'estomac des Batraciens de très nombreuses expériences. Ces expériences, bien faites et intéressantes, ont singulièrement contribué à redresser l'erreur que d'autres recherches tendaient à accréditer, à savoir que, chez la grenouille, les glandes de l'œsophage ne renferment que des cellules principales et ne sécrètent que de la pepsine, tandis que celles de l'estomac ne contiennent que des cellules de revêtement et ne produisent qu'un suc acide dépourvu de pepsine. Il est parfaitement établi, par les recherches de M. Contejean, que les deux sucs œsophagien et gastrique de la grenouille sont doués de la propriété peptonisante. Seulement, cette propriété est plus active dans le suc œsophagien que dans l'autre.

La raison de cette différence d'activité est donnée, hypothétiquement, dans la conclusion générale de M. Contejean : « *Toutes les cellules des glandes de l'estomac concourent à la sécrétion du produit donnant naissance aux acides du suc gastrique; les cellules principales sécrètent les éléments liquides de ce suc et renferment de la propepsine soluble; les cellules de bordure élaborent surtout de la propepsine insoluble.* »

Cette manière de considérer les choses permet également d'interpréter l'observation si curieuse et si intéressante de Heidenhain sur l'autodigestion des glandes gastriques. Avec la présence d'une propepsine soluble, plus active, dans les cellules principales, on s'explique qu'elles disparaissent par autodigestion, bien avant les cellules de revêtement, lorsque, sur la platine chauffante du microscope, on expose des glandes gastriques à l'action de l'acide chlorhydrique dilué.

IV. On sait par les travaux d'Albertoni et de Schmidt Mülheim, complétés par Grosjean, que les injections de propeptone dans l'appareil circulatoire du chien, rendent incoagulable le sang du sujet d'expérience. Ce résultat n'est obtenu que si l'injection est rapidement pratiquée. Ajoutons qu'une première opération immunise passagèrement l'animal contre l'effet

d'une deuxième exécutée quelque temps après la première. Ce fait intéressant a été bien étudié par M. Contejean, surtout dans son mécanisme, dont la détermination peut éclairer les grands problèmes actuellement posés dans le domaine de la pathologie générale des maladies infectieuses.

Les contributions apportées par les recherches de M. Contejean à nos connaissances sur cet important sujet sont nombreuses. Ne citons que les plus considérables.

Ce n'est pas la peptone elle-même introduite dans le sang qui empêche la coagulation. La matière injectée agit en provoquant la formation d'une substance anticoagulante spéciale disséminée dans toute l'étendue du torrent circulatoire. Ceci ne veut pas dire que cette substance se produit partout. Sa fabrication peut, en effet, être plus ou moins localisée dans un ou plusieurs organes d'où le produit, entraîné par le sang, se répandrait au sein de l'économie tout entière. Or, c'est, en effet, ce qui arrive ou à peu près. M. Contejean a démontré que l'isolement vasculaire du foie et de la masse intestinale, ou bien encore l'extirpation des ganglions cœliaques, diminue considérablement l'action anticoagulante de la peptone. Ce phénomène n'est le résultat, ni du traumatisme auquel le sujet est alors soumis, ni de la réduction du champ de l'irrigation sanguine. En effet, la propeptone produit ses effets habituels dans le cas des plus graves vivisections ou quand on supprime la circulation d'une région du corps autre que le foie et l'intestin. Donc, point d'équivoque possible, le centre principal de la fabrication de la substance anticoagulante est bien constitué, ou par les deux organes dont l'isolement vasculaire entrave cette fabrication, ou seulement par l'un d'eux.

En tout cas, cette localisation n'est pas exclusive. La suppression de la circulation dans le foie et l'intestin ne détruit pas absolument l'influence des injections peptoniques. L'action de la peptone est seulement considérablement gênée. Cette gêne se traduit d'une manière intéressante dans le sang extrait des vaisseaux. Ce sang se coagule en masse et assez rapidement; mais le caillot formé est mou et se liquéfie ensuite en moins de vingt-quatre heures.

Malgré notre parti pris d'éviter d'entrer dans le détail de l'étude si complète à laquelle s'est livré M. Contejean pour élucider le mécanisme de l'action anticoagulante de la propeptone, nous ne pouvons manquer de signaler un certain nombre de faits nouveaux dont on lui doit la connaissance.

C'est M. Contejean qui a montré qu'on peut immuniser temporairement un chien contre l'action de la peptone, en lui transfusant dans les

veines une petite quantité de sang de peptone, incapable d'agir par les traces de peptone qu'elle contient. La substance immunisante, probablement identique à la substance anticoagulante, est différente de la peptone, pour cette raison que les chiens qui ont reçu de la peptone dans une cavité séreuse ou dont la coagulabilité du sang n'a pas été influencée par une transfusion dans les vaisseaux ne sont pas immunisés.

M. Contejean a fait voir encore qu'on peut immuniser par transfusion péritonéale de sérum recueilli, sur le chien, pendant la période où il est réfractaire à l'action de la peptone.

Il a démontré ensuite que les chiens immunisés, incapables de fabriquer la substance anticoagulante sous l'influence d'une injection de peptone, restent très sensibles à l'action de cette substance produite chez un autre chien et qu'ils sont incapables de détruire.

Enfin il convient de signaler, parmi les autres faits mis en lumière par M. **Contejean**, l'action anticoagulante qu'exercent sur le sang les extraits d'organes quelconques en provenance d'un animal quelconque, lorsqu'on les injecte dans les veines du chien : méthode dangereuse, car les sujets peuvent être tués brusquement par l'injection. Cela est arrivé notamment avec l'extrait de testicules de taureau.

M. **Pagès** reçoit une *Mention honorable* pour un bon travail sur la *Physiologie des matières minérales du lait*. Ce travail a pour objet le dosage des sels contenus dans le lait de diverses espèces, et à différentes époques après le part. Le nombre d'analyses faites par M. Pagès, bien qu'assez grand, ne l'est peut-être pas encore assez pour qu'on puisse en déduire des conclusions bien solides. Mais M. Pagès est là dans un sujet très neuf, et la Mention honorable que votre Commission a accordée à son travail est faite à la fois pour témoigner de la valeur des résultats acquis et pour l'encourager à en chercher de nouveaux.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Chauveau, Guyon; Marey, rapporteur.)

La question mise au concours pour l'année 1894 était la suivante :

Étude des changements morphologiques et fonctionnels qu'on peut produire expérimentalement sur l'appareil locomoteur.

M. le Dr **Joachimsthal** (de Berlin) a adressé au concours plusieurs Mémoires d'un grand intérêt. Le point de départ de ces études est ce fait établi par votre Rapporteur, à savoir qu'un muscle dont on change les conditions fonctionnelles modifie spontanément la longueur et le volume de ses fibres pour s'adapter à sa fonction nouvelle. Si, dans les conditions créées, l'étendue du mouvement que doit exécuter ce muscle est diminuée, la fibre rouge se raccourcit et du tendon remplace la fibre disparue; si les conditions nouvelles exigent un plus grand effort, les fibres rouges doivent s'accroître en nombre ou en volume.

M. Joachimsthal, répétant sur le chat les expériences de résection du calcanéum qui ont pour effet de réduire l'étendue des mouvements des extenseurs du pied, a constaté un grand raccourcissement des fibres musculaires des gastrocnémiens, comme nous l'avions déjà observé sur le chien et sur le lapin dans des conditions semblables. Mais il a vu quelque chose de plus : les pièces anatomiques qu'il a adressées à l'Académie montrent un notable épaississement du tendon; celui-ci est d'environ un tiers plus gros que du côté sain. Or, d'après cet accroissement du volume du tendon, on doit, suivant Haughton, s'attendre à une augmentation parallèle du nombre des fibres musculaires. L'examen histologique des muscles a montré qu'en effet les fibres musculaires sont plus nombreusesdu côté de la résection du calcanéum.

Mais ces fibres n'ont pas le volume ordinaire, ce qui fait que, en somme, le muscle n'avait pas augmenté en grosseur comme on devait s'y attendre. Nous pensons, avec M. Joachimsthal, que l'accroissement du muscle en diamètre se fût produit si, au lieu de sacrifier l'animal au bout de huit mois, on lui eût laissé le temps d'adapter ses muscles d'une manière plus complète.

Mais les délais imposés par les exigences du concours n'ont pas permis à l'auteur de conserver les animaux vivants pendant plusieurs années, comme il eût voulu le faire.

Heureusement, la clinique chirurgicale a fourni à M. Joachimsthal des cas où l'adaptation musculaire chez l'homme avait mis de longues années à se produire. Chez les sujets qu'il a observés, l'habile chirurgien de Berlin a déterminé, au moyen des rayons de Röntgen, la nature exacte des déplacements osseux; il a mesuré, sur des photographies, l'amplitude des mouvements articulaires; sur des moulages, les changements de forme des muscles, de sorte que ses observations ont toute l'exactitude qu'on pourrait exiger d'une expérience physiologique.

Le résultat de ces observations cliniques a été absolument confirmatif des faits expérimentaux ci-dessus rapportés; et comme, d'autre part, les autopsies faites par le professeur Roux, dans des cas d'ankyloses partielles, ont prouvé que les muscles dont les mouvements étaient réduits présentaient une diminution de longueur de leur fibre rouge proportionnelle à la réduction de leur mouvement, on peut conclure que l'adaptation de la forme des muscles aux conditions mécaniques de leur fonction est un fait général.

Du reste, M. le Dr Joachimsthal a montré par divers exemples quel parti la Chirurgie orthopédique peut tirer de la modification de la forme des muscles pour en déduire des déformations du système osseux ou des surfaces articulaires.

Votre Commission a pensé que l'intérêt qui s'attache aux travaux du Dr **Joachimsthal** méritait qu'on les récompensât en attribuant à leur auteur le prix Pourat.

PRIX PHILIPEAUX (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Ranvier; A. Chauveau, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Tissot**, pour son *Étude des échanges gazeux dans les muscles extraits du corps.*

Une importance considérable s'attache à ce sujet. M. Tissot a voulu savoir si les travaux nombreux auxquels il a déjà donné lieu sont de nature à éclairer le mécanisme des échanges qui s'effectuent pendant la vie à l'intérieur des tissus. On l'avait cru tout d'abord, mais un ensemble de recherches, toutes concordantes, sont venues ensuite amoindrir singulièrement la confiance en cette conclusion. Les échanges gazeux, dans le muscle extrait du corps, ne seraient plus le témoignage d'actes vitaux, de phénomènes de survie, mais bien le résultat de la putréfaction qui s'empare du muscle mort. Que penser de cette manière de voir et des faits sur lesquels elle s'appuie?

La question était à reprendre *ab ovo*. M. Tissot s'y est appliqué. Il a consacré à cette étude une somme considérable de travail. Nombreuses, en effet, sont les expériences qu'il a exécutées, toutes des plus difficiles, exigeant les soins les plus minutieux et le maniement d'un outillage des plus délicats, créé presque tout entier par l'expérimentateur lui-même.

La partie principale de cet outillage a pour objet de permettre l'exécution des expériences en conservant aseptiquement le muscle isolé, c'est-à-dire en le mettant à l'abri de toute putréfaction. Grâce à l'emploi de cet outillage, M. Tissot a pu s'assurer très rapidement que les phénomènes de survie du muscle isolé comprennent bien des échanges gazeux analogues à ceux qui se passent pendant la vie. Il n'a pas tardé, en effet, à constater tout un ensemble de faits d'où découlaient les deux propositions suivantes :

1° Un muscle extrait du corps absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique indépendamment de toute putréfaction.

2° La putréfaction qui survient à la surface des muscles modifie complètement et dénature leurs phénomènes d'échanges avec l'air ambiant.

Aussi, dans toute son étude, très complète et très détaillée, de ces phénomènes d'échanges, M. Tissot ne manque jamais d'écarter les causes de perturbation auxquelles ils sont exposés du fait de la putréfaction.

On ne saurait suivre M. Tissot pas à pas dans cette nouvelle Étude. Il suffira d'en faire ressortir les enseignements les plus généraux, après avoir énuméré toutes les séries de recherches auxquelles ces enseignements ont été puisés. Ces recherches, et les déterminations qui en sont sorties, ont porté sur les points suivants :

1° Absorption de l'oxygène de l'air ambiant par les muscles extraits du corps;

2° Dégagement de l'acide carbonique;

3° Signification du dégagement d'acide carbonique, comparée à celle de l'absorption d'oxygène;

4° Parts respectives que prennent les actions purement physiques et les actions physiologiques au dégagement d'acide carbonique;

5° Échanges gazeux des muscles à l'état de repos et à l'état de travail;

6° Marche des variations des échanges gazeux d'un muscle isolé du corps pendant les jours qui suivent son extraction;

7° Action des variations de température sur les échanges gazeux des muscles isolés du corps;

8° Action comparée de l'oxygène et des gaz inertes sur l'excitabilité musculaire.

Il n'est pas une seule de ces études dans lesquelles il n'y ait à relever des faits intéressants, soit par la manière ingénieuse et originale dont l'expérimentation les met en lumière, soit par la portée des conclusions générales qui en découlent. Ne parlons que de ces dernières.

Aucune incertitude ne peut plus subsister maintenant sur l'existence réelle d'une respiration vraie dans les muscles isolés du corps. L'absorption d'oxygène par laquelle se traduit essentiellement cette respiration musculaire est bien un phénomène vital. En effet, le muscle tué par la cuisson ou mort par l'extinction naturelle de ses propriétés physiologiques n'absorbe plus que des traces d'oxygène. D'un autre côté, la quantité d'oxygène absorbée par le muscle frais diminue lorsque l'excitabilité de l'organe diminue. Ce sont là des faits qui autorisent à conclure que l'absorption de l'oxygène par le muscle est, au moins en ce qui regarde la plus grande part de l'oxygène absorbé, une manifestation de la vie, pouvant même servir de mesure aux phénomènes d'activité dont l'organe continue à être le siège après son excision.

Quant à l'acide carbonique exhalé par le muscle, il n'a pas tout à fait la même signification. Une partie a une origine purement physique : le dégagement de l'acide carbonique préformé dans le muscle. L'autre partie seulement provient d'un phénomène physiologique, la respiration musculaire, et doit servir à l'établissement du quotient $\left(\frac{CO^2}{O^2}\right)$ des échanges qui constituent cette respiration.

Que si l'on considère, dans le muscle en repos, le quotient ainsi établi, on le trouve toujours inférieur à 1, tandis qu'à l'état de travail ce quotient se rapproche de l'unité. C'est exactement ce qui se présente, pendant la vie, à l'état physiologique.

On ne saurait donc se refuser à reconnaître l'analogie étroite qui existe entre les manifestations de la vie dans le muscle exsangue extrait du corps et celles qui se produisent au sein du muscle irrigué par le sang chez l'animal vivant.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Mascart, Faye, Cornu, Bouquet de la Grye ; Grandidier, rapporteur.)

Les lacs de la France n'avaient pas été, jusqu'à ces derniers temps, l'objet d'une étude complète. Il y avait cependant un intérêt tout à la fois

scientifique et pratique à connaître exactement, non seulement leurs contours, mais en outre leur relief sous-lacustre au double point de vue bathymétrique et géologique ainsi que les particularités physiques et chimiques de leurs eaux.

M. **André Delebecque**, ingénieur des Ponts et Chaussées, a entrepris cette étude qu'il a menée à bonne fin et qui lui a permis de rédiger un *Atlas des lacs français,* comprenant aujourd'hui onze feuilles où sont représentés trente et un lacs, un à l'échelle de $\frac{1}{50000}$ (le lac Léman), deux à celle de $\frac{1}{20000}$ (les lacs du Bourget et d'Annecy) et les autres à $\frac{1}{10000}$; les courbes bathymétriques y sont marquées à l'équidistance de 5^{m} (sauf pour le lac du Bourget où elles sont de 10^{m} en 10^{m}).

C'est en 1886, que M. Delebecque a commencé ce travail. Il a d'abord levé, de 1886 à 1889, la partie française du lac Léman, complétant la carte établie pour la partie suisse par M. J. Hörnlimann; il y a déterminé la position de 4338 points, en se servant des triangulations existantes, et, en tous ces points, il a fait des sondages très précis pour en fixer la profondeur exacte. La Carte générale du lac Léman, qui forme la planche I de l'Atlas de M. Delebecque, a été dressée à l'aide de 10000 sondages, soit 20 environ par kilomètre carré; elle permet de calculer le cube d'eau que contient ce lac et qui est de près de 89 milliards de mètres cubes. Les nombreux échantillons du fond qu'il a recueillis ont été analysés avec soin.

Depuis 1890, M. Delebecque a levé successivement les lacs des départements de l'Est : de la Haute-Savoie (lac d'Annecy), de la Savoie (lacs du Bourget et d'Aiguebelle), de l'Isère (lacs de Paladru, de Laffrey, du Petit Chat et de la Girotte), de l'Ain (lacs de Nantua, de Genin et de Sylans), du Jura (lacs du grand et du petit Maclu, de Narlay, de Chalain, de Dessous et de Dessus), du Doubs (lacs de Saint-Point, de Remoray, des Brenets et de Malpas), des Vosges (lacs de Gérardmer, de Longemer, de Retournemer et des Corbeaux), et ceux du plateau central (lacs d'Issarlès, de Tazanat, du Bouchet, de Chauvet, de Pavin et de la Godivelle dans l'Ardèche). Le nombre de coups de sonde qu'il a donnés pour déterminer le vrai relief du fond de ces lacs, qui sont pour la plupart très étroits, est considérable, car les sondages doivent toujours être plus rapprochés au bord qu'au milieu; pour le lac d'Annecy, par exemple, il n'y a pas eu moins de 3339 points de sonde pour une surface de 27^{kmq}, soit 123 par kilomètre carré.

M. Delebecque a, en outre, étudié avec soin la succession des températures et des densités des eaux de ces lacs aux diverses profondeurs et dans

les diverses saisons, et il a constaté que leur forme et leur orientation jouent un rôle important dans la distribution verticale de ces températures; il a aussi déterminé leur composition chimique, qu'il n'a pas trouvée aussi régulière qu'on le croyait et dont les variations sont dues à l'activité plus ou moins grande des êtres organisés qui les peuplent, ainsi que celle des vases du fond et les lois suivant lesquelles cette composition varie.

Il y a là tout un ensemble de travaux consciencieusement et scientifiquement faits qui ajoutent à nos connaissances sur la géographie et la géologie de la France et qui, à juste titre, ont valu à M. **Delebecque** le prix de Géographie physique fondé par M. Gay.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Troost, Schützenberger, Schlœsing, Moissan); Arm. Gautier, rapporteur.

Ce n'est pas une invention modifiant sur un point précis les conditions de salubrité d'une industrie, ou bien augmentant les facilités ou la sécurité du travail de tel ou tel métier que votre Commission du prix Montyon propose de récompenser cette année : c'est toute une série d'études méthodiques, une vie entière employée à déterminer et à réaliser pour l'ouvrier des grandes villes, de la campagne ou de la mer les meilleures conditions d'existence, à lui indiquer et à lui donner les moyens de se loger agréablement et sainement, à le protéger contre les accidents, l'imprévu, la misère, quelquefois l'ignorance de son propre métier, et, par contrecoup, à le garantir contre la déchéance morale.

M. **Émile Cacheux**, Ingénieur diplômé des Arts et Manufactures, s'est depuis 1870 entièrement consacré aux questions relatives à l'amélioration du sort des travailleurs. Il commença par l'étude de la réforme des logements ouvriers, et publia avec M. E. Müller, architecte des habitations industrielles de Mulhouse, l'Ouvrage des *Habitations ouvrières en tous pays* qui reçut une médaille d'or à l'Exposition universelle de 1878 et

un prix à l'Académie des Sciences morales et politiques. Passant de la théorie à l'exécution, M. Cacheux fit construire, dans les faubourgs et la banlieue de Paris, des habitations ouvrières suivant le système de Mulhouse, combiné avec celui des *Building Societies* anglaises, où de très nombreuses familles d'ouvriers vinrent vivre en plein air et en plein soleil, dans de petits logements construits suivant les bonnes règles d'une hygiène prudente, et purent réaliser bientôt ce rêve de devenir, grâce à de faibles annuités prélevées sur leurs économies, propriétaires de leur propre logis.

M. E. Cacheux a propagé son œuvre par un grand nombre de publications faites à l'Association française pour l'avancement des Sciences, à la Société des Ingénieurs civils, à la Société de Médecine publique, et dans divers Congrès internationaux d'hygiène à Londres, Budapesth, Amsterdam, etc.

Il a construit, à Paris seulement, deux cent cinquante maisons ouvrières et provoqué la construction, d'après son système, d'un grand nombre d'habitations à bon marché, saines et agréables, contribuant ainsi pour une part très sensible à l'assainissement de Paris et à l'amélioration du sort de ses ouvriers laborieux.

Pour faire pénétrer dans les masses ses idées de philanthrope et d'hygiéniste, M. Cacheux a publié l'*Économiste pratique* dont le texte donne, en 840 pages, les moyens de former des hommes capables de travail utile, de leur fournir une besogne rémunératrice, de leur apprendre à utiliser au mieux leur salaire.

Infatigable d'activité quand il s'agit de protéger ou d'instruire le travailleur, M. Cacheux a, depuis 1888, organisé des Congrès de sauvetage, destinés à faire connaître et à discuter les méthodes proposées pour venir en aide aux personnes en danger de mort par submersion, incendie, accidents de rues et d'usines. Ces Congrès ont été organisés par lui à Toulon, Nancy, Saint-Malo, Nice, Dieppe, Paris. Ils ont donné naissance : 1° à une Section spéciale de la *Société des Amis des Arbres*, qui s'occupe particulièrement du reboisement des montagnes en vue de prévenir les inondations; 2° à la création d'une *Société d'Enseignement professionnel et technique des Pêches maritimes*, qui a pour objet de diminuer les dangers de cette industrie en augmentant l'instruction technique des pêcheurs de nos côtes et leur enseignant à tirer le meilleur parti de leur métier ; 3° à un *Comite permanent* ayant pour but de propager la connaissance des moyens d'éviter les accidents d'usine ; 4° à diverses Sociétés de sauvetage.

Dans son Ouvrage *Le Sauvetage en France et à l'Étranger*, M. Cacheux

vient de publier l'ensemble des observations et documents qu'il a recueillis sur le Sauvetage depuis une dizaine d'années, au cours de ses voyages en Europe comme délégué des Ministères du Commerce et de l'Intérieur, ou comme représentant de diverses Sociétés savantes.

En le nommant à la fois membre du Conseil supérieur de la Marine marchande et du Comité des Travaux publics des Colonies, le Gouvernement ne pouvait placer en de meilleures mains les intérêts de nos ouvriers, de nos marins et de nos colons.

Votre Commission a donc jugé devoir donner, cette année, le prix Montyon (Arts insalubres) à M. **Emile Cacheux**, pour ses utiles travaux sur l'Hygiène ouvrière et le Sauvetage.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Berthelot, Faye, Sarrau ; Maurice Lévy, rapporteur.)

La Commission du prix Trémont décerne ce prix à M. **Charles Frémont**, Ingénieur civil, pour l'ensemble de ses expériences sur le travail des métaux, notamment sur l'opération du poinçonnage, sur les efforts qu'il exige, les forces et les déformations qu'il produit à l'intérieur du métal.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Fizeau, Berthelot, Hermite, Daubrée ; Bertrand, rapporteur.)

La Commission a décerné le prix Gegner pour l'année 1896 à M. **Paul Serret**.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. d'Abbadie, Milne-Edwards, Bouquet de la Grye, Berthelot ; Grandidier, rapporteur.)

Le commandant d'artillerie **Toutée** a reçu en 1895 la mission d'étudier l'hydrographie du Niger moyen entre Gaba, qui est le point le plus septentrional des établissements anglais, et les environs de Tombouctou. Parti de Kotonou le 27 décembre 1894, il traversa le Dahomey et arriva, le 13 fé-

vrier 1895, sur le bord du Niger, où il fonda, à son confluent avec la Moussa, un poste qu'il nomma *Arenberg;* puis il descendit le fleuve jusqu'aux postes avancés de la Royal Niger Company, et, revenant en arrière, il remonta les rapides réputés infranchissables de Boussa ; pendant 47^{km}, il eut à lutter contre les plus grandes difficultés et courut des dangers très sérieux, mais il n'en réussit pas moins dans son entreprise. En amont, la navigation redevint facile, et la mission atteignit le pays des Touareg, où elle fut en butte aux perfidies et aux trahisons dont ces Berbers sont trop coutumiers. Le commandant Toutée arriva néanmoins le 12 juin à Tibi-Farca, qui est placé sous l'autorité du gouverneur de Tombouctou. La baisse des eaux, qui commençait à se faire sentir, le força à redescendre le fleuve, non sans avoir à supporter les attaques continuelles des Touareg et à subir de fréquents naufrages. Le 13 juillet, la mission rentrait à Arenberg.

Dans cette importante et difficile expédition qu'il a menée avec une rapidité extraordinaire, le commandant Toutée a levé 650^{km} d'itinéraires nouveaux et a navigué, pendant plus de 1400^{km}, sur le Niger moyen, qui était encore inconnu, et sur lequel il a réuni les plus utiles notions, tant au point de vue topographique et hydrographique qu'au point de vue de l'ethnographie des peuplades qu'il a traversées; il a démontré la navigabilité des rapides de Boussa, dont il a étudié les divers chenaux avec soin, il a fait de nombreuses observations météorologiques et il a formé d'intéressantes collections de poissons, de plantes et de roches.

Disons enfin que cette expédition a beaucoup étendu notre horizon colonial vers le Niger et a ouvert une voie de communication facile entre le Soudan français et l'embouchure de ce fleuve.

En présence de ces résultats utiles à la Science et à la France, votre Commission a décerné au commandant **Toutée** le prix Delalande-Guérineau.

PRIX JEAN REYNAUD.

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux, Cornu, Berthelot;
J. Bertrand, rapporteur.)

Le prix Jean Reynaud, décerné alternativement par chacune des cinq Académies de l'Institut, doit récompenser cette année les travaux dont s'occupe l'Académie des Sciences.

Par une exception expressément demandée par la donatrice, les Membres de l'Institut ne sont pas exclus du concours.

La Commission, à l'unanimité, a décerné ce prix à M. **Henri Poincaré**, Membre de l'Académie des Sciences.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Berthelot, Lœwy, Faye, Milne-Edwards ; Bertrand, rapporteur.)

La Commission a décerné le prix Ponti à MM. **Benoit**, **Chapuis** et **Guillaume**, pour l'ensemble des travaux métrologiques exécutés et poursuivis avec autant de zèle que de succès au laboratoire du Bureau international de Breteuil.

PRIX LECONTE (ARRÉRAGES).

Rapport sur les travaux de M. J. Roussel ; par M. **Marcel Bertrand**.

M. **Roussel** étudie depuis quinze ans la géologie des Pyrénées, avec une persévérance et une énergie peu communes. Instituteur, il a passé les deux licences des Sciences physiques et des Sciences naturelles ; professeur à Foix, il a consacré à ses recherches toutes ses journées disponibles ; professeur à Cosne, il a continué, longtemps avec ses seules ressources, de leur consacrer tout le temps de ses vacances. Pour pouvoir explorer les crêtes avec le même soin que les vallées, il s'est habitué à coucher dans la montagne, portant lui-même son léger matériel de campement. Il n'a reculé devant aucune fatigue ni devant aucun sacrifice, et il a abouti, en 1893, à la publication d'un grand Mémoire (*Étude stratigraphique des Pyrénées*), complété cette année par une étude des massifs du Canigou et de l'Albère.

L'œuvre est un peu touffue, à cause même du grand nombre des matériaux nouveaux, mais M. Barrois d'abord, puis moi-même, nous avons pu, dans des courses communes, vérifier plusieurs coupes et constater la valeur des observations de M. Roussel. La découverte de nombreux gisements fossilifères a permis, surtout pour les terrains paléozoïques, de préciser et

de perfectionner l'échelle stratigraphique; grâce à ces horizons, l'allure des plis et leur continuité ont pu être suivies sur de longs espaces, entre la Méditerranée et la Maladetta. Ce sont là des résultats importants en eux-mêmes et des données précieuses pour de nouvelles recherches.

Sans doute on peut faire quelques réserves : en étendant très loin son premier champ d'études, M. Roussel a été amené à publier quelques coupes plus rapidement relevées et en plusieurs points contestables. La carte d'ensemble est trop évidemment schématique, et l'auteur lui-même, dans son second travail, en a profondément modifié toute la partie orientale. A un autre point de vue, la survivance des Caprines jusqu'à la fin du Crétacé, et l'âge tertiaire attribué à certains granites ont, justement, je crois, rencontré des contradicteurs; mais, si l'on regarde l'ensemble, on reconnaît qu'il y a dans l'œuvre de M. Roussel un effort considérable, mis au service de remarquables qualités d'observation, et que cette œuvre constitue un réel progrès, dans cette région des Pyrénées où les progrès sont si lents et si difficiles. Votre Commission accorde à M. **Roussel** un prix prélevé sur les arrérages des fonds Leconte.

Rapport sur les travaux de M. Henneguy, *préparateur au Collège de France;* par M. **Fouqué**.

En dehors de ses recherches spéciales sur l'embryogénie des Poissons osseux, pour lesquelles l'Académie lui a décerné en 1889 le grand prix des Sciences physiques, M. **Henneguy** s'est plus particulièrement occupé de la constitution des éléments reproducteurs et de la cellule en général.

Tout en donnant un exposé critique aussi complet que possible de l'état de nos connaissances sur la morphologie et la reproduction de la cellule, il a résumé ses propres recherches cytologiques qui ont été l'objet de Mémoires antérieurs et dont plusieurs étaient encore inédites. Le Volume qui comprend ce travail est appelé à faire date dans les annales des Sciences biologiques.

M. Henneguy a porté spécialement son attention sur la structure du protoplasma, auquel on ne peut assigner une constitution identique, comme le veulent encore certains histologistes. Il a décrit en détail la nature des éléments figurés, improprement désignés sous le nom de *noyaux accessoires* (nebenkerne), entre autres celle du corps vitellin de Balbiani dans l'ovule des divers animaux, le rôle directeur des sphères attractives et des centrosomes dans la division cellulaire indirecte, l'orifice et les transformations de

la figure achromatique dans ce mode de division, enfin la dégénérescence physiologique de la cellule et en particulier de l'ovule. Sur chacune de ces questions il a apporté des données nouvelles.

Pour les ovules des mammifères, encore contenus dans le follicule de Graef, il a découvert un nouveau mode de régression, la dégénérescence par segmentation, dans lequel le vitellus se divise en plusieurs masses, ce qui indique un commencement de développement parthénogénésique pouvant expliquer la formation des kystes dermoïdes de l'ovaire.

Il s'est occupé aussi de la reproduction des organismes inférieurs, des volvocinées, des grégarines, des myxosporidées, des infusoires dont il a fait connaître des types nouveaux, dont quelques-uns, vivant en parasites sur des animaux utiles, sont intéressants au point de vue pratique aussi bien qu'au point de vue purement scientifique.

La Commission attribue un prix prélevé sur les arrérages du prix Leconte à M. **Henneguy**.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, d'Abbadie, Bouquet de la Grye, Guyou; Grandidier, rapporteur.)

Le prix Tchihatchef, qui est destiné aux voyageurs ayant accompli d'importantes explorations sur le continent asiatique, est attribué cette année, à l'unanimité, au prince **Henri d'Orléans**.

Le prince Henri d'Orléans a fait trois grands voyages en Asie, qui tous ont beaucoup accru nos connaissances, tant géographiques et ethnographiques que zoologiques, sur cette partie du monde. Ses débuts dans la carrière des voyages ont été excessivement durs. Il a fait ses premières armes en Asie centrale, en compagnie de M. Bonvalot et du R. P. Dedeken, missionnaire belge; parti de Paris le 6 juillet 1889, avec l'espoir très problématique de pénétrer dans le Tibet, région qui était depuis très longtemps fermée aux Européens, il se rendit à Saint-Pétersbourg et, de là, à Semipalatinsk, traversa la province chinoise de Kouldja, franchit les monts Thian-Chan, coupa le vaste désert de Gobi jusqu'au Lob-nor et, après avoir gravi le versant abrupt de la chaîne d'Astyn-Tagh, arriva le 10 décembre au lac Tchong Koum Koul, point extrême sud atteint par les explorations précédentes.

A l'est de ce lac, se trouve la route vers la Chine, qu'ont suivie Prjevalski

et le colonel Carey; au sud, est le Tibet dont le relief tourmenté et l'âpre climat ajoutent des difficultés presque insurmontables aux obstacles et aux dangers que les autorités tibétaines créent aux Européens. Nos hardis voyageurs n'hésitèrent pas à se jeter en plein dans l'inconnu. Suivant les traces laissées par une caravane de pèlerins kalmouks, ils marchèrent pendant plusieurs semaines, par une température variant de -15° à -40°, à travers un chaos de montagnes hautes de 4000^{m} à 6000^{m}, où quelques troupeaux d'yaks et d'antilopes mettaient seuls un peu d'animation. Le 31 décembre, un ouragan de sable fit disparaître toute trace de la caravane mongole et, pendant tout un mois, ils allèrent à l'aventure se dirigeant vers le Sud à l'aide de la boussole. C'est dans ces dures conditions qu'ils atteignirent le Tengri-nor, puis la ville de Dam située à 60^{km} au nord de Lhaça, ayant perdu deux de leurs serviteurs de fatigue et de froid, ainsi que tous leurs chevaux et chameaux, et s'étant nourris presque exclusivement de farine délayée dans de la graisse, car l'eau qui bout en moyenne à 72° dans ces hautes régions ne cuisait pas la viande et n'infusait pas le thé.

Les autorités tibétaines s'opposèrent à ce qu'ils s'avançassent jusqu'à Lhaça, et ils durent prendre la route de Chine qui les mena à Batan. A partir de cette ville, ils voyagèrent en pays connu, passant par Yunnan-fou et Laokaï et arrivant à Hanoï à la fin de septembre 1890. Du Lob-nor au Tonkin, M. Bonvalot, le prince Henri d'Orléans et le R. P. Dedeken avaient parcouru 3000^{km}, dont plus de la moitié à travers des pays entièrement nouveaux.

Cette difficile exploration a enrichi la Géographie et la Météorologie de notions importantes sur une vaste région tout à fait inconnue, a apporté de précieux renseignements ethnographiques sur des peuplades avec lesquelles les Européens n'avaient pas encore eu de relations, et a amené la découverte d'animaux nouveaux ou rares qui sont déposés dans notre Musée d'Histoire naturelle.

En allant de la Chine à Hanoï, où il s'était embarqué pour rentrer en France, le prince Henri d'Orléans avait descendu le fleuve Rouge et, malgré la rapidité avec laquelle il avait traversé le Tonkin, notre colonie l'avait intéressé; aussi y est-il revenu en 1892 dans le but patriotique d'étudier ses richesses naturelles et de faire une enquête sur son avenir agricole et commercial. Cette enquête, il l'a faite avec succès, et il en a consigné le résultat dans un Volume instructif intitulé *Autour du Tonkin*. Dans ce second voyage, il a visité les riches gisements houillers de Hong-haï et de Kebao, et ses explorations de la vallée de la Rivière Noire, entre Cho-bo et Laï

Chau, et du Laos ont fourni, sur une région encore peu connue, des données géographiques et économiques intéressantes. Il en a rapporté de riches collections zoologiques (274 animaux), botaniques (248 plantes), géologiques (30 échantillons de roches) et ethnographiques, qui sont déposées dans nos Musées.

Enfin, en 1895, un troisième voyage, qui a été fécond en résultats d'une grande valeur géographique, a été accompli par le prince Henri d'Orléans, toujours à travers le continent asiatique, des confins du Tonkin aux frontières de l'Inde anglaise ([1]). Ni l'âpreté des pays visités, ni la barbarie de leurs habitants, ni les difficultés de transport et de nourriture n'ont arrêté le vaillant explorateur qui, avec ses deux compagnons, M. Roux, chargé des levés topographiques, et M. Briffaut, un vieux colon du Tonkin, a mené à bonne fin, grâce à son énergie calme et à une patience à toute épreuve, l'entreprise hardie qu'il avait formée d'explorer les régions inconnues situées entre notre colonie asiatique et les Indes.

Partis le 27 février 1895 de Mong-tsé, ville du Yunnan qui est proche des frontières du Tonkin, ils marchèrent vers l'Ouest, pendant 400^{km}, à travers un pays nouveau, presque impraticable, jusqu'à Notcha-Tiampi, ville située sur les bords du Mékong au point extrême Nord qu'ont atteint Doudart de Lagrée et Francis Garnier; remontant le cours encore inconnu de ce fleuve à travers le Yunnan, pendant 700^{km}, ils arrivèrent le 26 mai à Talifou, d'où ils se rendirent aux Indes par un rude et très pénible itinéraire de trois mois, d'Atantsé à Sadiya. Sur 3300^{km} qu'ont parcourus les intrépides voyageurs, 2400 traversent des régions jusque-là inexplorées.

Entre autres découvertes géographiques, il ressort de cette exploration que, contrairement aux idées reçues, la Salouen, qui coule parallèlement au Mékong dans une gorge voisine et également entaillée profondément dans le plateau, mais à une altitude inférieure de 300^{m}, n'appartient pas au bassin de l'Iraouaddy et fait suite au Lou-tsé-Kiang qui descend du Tibet. Elle nous a fait, en outre, connaître les limites du bassin des sources de l'Iraouaddy, dont les deux principales, le Télo et le Tourong, étaient inconnus même de nom.

M. Roux, qui était chargé de la partie géographique, a fait beaucoup d'observations astronomiques et altimétriques; le prince Henri d'Orléans

([1]) Nous ne parlons pas ici du voyage à travers Madagascar, accompli en 1894, qui, tout intéressant qu'il soit, ne rentre pas dans les conditions du prix Tchihatcheff.

a fait d'importantes collections d'Histoire naturelle et d'Ethnographie, a réuni 31 vocabulaires différents, a pris plus de 1000 photographies tant de paysages que de types, auxquelles la nouveauté des populations traversées donne un réel intérêt.

On voit, par ce résumé, que le prince **Henri d'Orléans** a accompli trois remarquables voyages, qui ont été féconds en résultats scientifiques de toutes sortes. Votre Commission a donc jugé que nul mieux que lui ne pouvait recevoir le prix Tchihatchef.

PRIX HOULLEVIGUE.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Daubrée, Fizeau, Faye ; Berthelot, rapporteur.)

M. **Joannis**, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, a débuté par des recherches remarquables sur la chaleur de formation des cyanures et des sulfocyanures. Il s'est attaché depuis à l'étude difficile des métaux alcalins et de leurs alliages. Ses études sur les ammoniures alcalins ont été particulièrement remarquées.

La Commission lui décerne le prix Houllevigue.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Berthelot, Moissan, Schützenberger, Troost; Friedel, rapporteur.)

La Commission a partagé le prix Cahours, destiné à encourager et à aider dans leurs travaux de jeunes savants ayant déjà fait preuve de qualités sérieuses et promettant pour l'avenir, entre MM. **Freundler**, **Lebeau**, **Hébert** et **Varet**.

MM. Freundler, Lebeau et Varet ont déjà reçu, dans une des années précédentes, une partie du prix Cahours.

Ils se trouvent dans la même situation, avec quelques travaux de plus, et continuent à mériter l'encouragement qui leur est donné. Aux termes du testament de notre regretté Confrère, le prix peut être donné plusieurs années de suite au même jeune savant.

M. **Hébert**, préparateur aux travaux pratiques de Chimie à la Faculté de Médecine, a fait porter ses recherches principalement sur la Physiologie végétale. Il a étudié les divers principes immédiats de la paille et a déduit de cette étude une méthode d'analyse qu'il a appliquée à suivre le développement des céréales et la formation du fumier. D'autres travaux ont porté sur diverses graines oléagineuses exotiques et ont donné des résultats intéressants. La Commission a jugé que ces travaux méritaient d'être encouragés.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Faye, Lœwy ;
Milne-Edwards, Berthelot, rapporteurs.)

M. **Renault** est l'auteur de nombreux et importants Mémoires de *Paléontologie végétale,* qui lui ont mérité l'honneur d'être classé, lors de la dernière élection, sur la liste des candidats à une place dans la Section de Botanique.

Depuis lors, M. Renault a publié un important travail sur les *Bactériacées fossiles,* qu'il a trouvées en grand nombre et décrites, dans les terrains primaires, depuis le dévonien jusqu'au permien. C'est principalement ce nouveau et tout récent Mémoire que la Commission du prix Saintour a voulu récompenser.

M. **Guntz**, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, a publié une série de recherches très intéressantes de Chimie minérale sur les fluorures, sur les métaux alcalins, sur les sous-sels d'argent, sur l'absorption de l'azote et de l'hydrogène par le lithium.

La Commission propose de lui décerner, cette année, le prix Saintour, ainsi qu'à M. **Renault**.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **de Nanteuil de la Morville**, né le 12 mai 1876 à Cherbourg (Manche) et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est décerné à MM. **de Nanteuil de la Morville** et **Dutilleul**, entrés les deux premiers en qualité d'Élèves-Ingénieurs à l'École nationale des Mines; et MM. **Balling** et **Leroux**, entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1897, 1898, 1899, 1900 ET 1901.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1898.)

Des travaux récents ont montré l'importance que peut avoir, dans la théorie des équations différentielles et dans la théorie des fonctions, la considération de séries divergentes.

L'Académie met au concours, pour le grand prix des Sciences mathématiques de 1898, la question suivante :

Chercher à étendre le rôle que peuvent jouer en Analyse les séries divergentes.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1898; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1898.)

L'Académie met au concours pour le prix Bordin, à décerner en 1898, question suivante :

Étudier les questions relatives à la détermination, aux propriétés et aux applications des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables. Indiquer en particulier, d'une manière aussi précise que possible, le degré de généralité de ces systèmes.

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1898; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX FRANCOEUR.

Ce prix *annuel* de *mille francs*, sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille francs*, est destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MONTYON.

Ce *prix annuel* d'une valeur de *sept cents francs*, est fondé en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

PRIX PLUMEY.

Ce prix, de *deux mille cinq cents francs*, est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ». Il sera décerné au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX FOURNEYRON.

(Question proposée pour l'année 1897.)

Une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français a été léguée à l'Académie, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour sujet du prix Fourneyron à décerner en 1897, la question suivante :

Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (*bicycles, bicyclettes, etc.*) *en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan soit horizontal, soit incliné.*

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1897.

PRIX FOURNEYRON.

(Question proposée pour l'année 1899.)

Perfectionner en quelque point la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

Ce prix, d'une valeur de *cinq cent quarante francs*, doit être attribué *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie. Il sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

PRIX DAMOISEAU.

L'Académie avait mis au concours, pour l'année 1896, la question suivante :

On demande de relier les unes aux autres, par la théorie des perturbations, les différentes apparitions de la comète de Halley, en remontant jusqu'à celle de Toscanelli en 1456 *et tenant compte de l'attraction de Neptune. On calculera ensuite exactement le prochain retour de la comète en* 1910.

La Commission a remis cette question au concours de 1897.

L'Académie a mis en outre au concours, pour l'année 1898, la question suivante :

Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne, découvert simultanément en 1848 *par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie, et en déduire la valeur de la masse de Titan.*

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1898.

PRIX VALZ.

Ce prix, d'une valeur de *quatre cent soixante francs*, sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce prix biennal, qui consiste en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1898.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Un généreux anonyme a offert à l'Académie une somme de *quinze cents francs*, destinée à encourager les calculateurs de petites planètes, spécialement de celles découvertes à l'observatoire de Nice. La Section d'Astronomie est chargée de trouver le meilleur emploi de cette somme.

PHYSIQUE.

PRIX L. LA CAZE.

M. Louis La Caze a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel- » lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs* » *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences,* en priant ce corps savant » de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans,* à dater de mon » décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage » qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie.* Les étrangers » pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la » somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-* » *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie,* que je » maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-* » *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle, » libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux » autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique,* l'autre pour » le meilleur travail sur la *Chimie.* Ces deux prix seront, comme celui de » *Physiologie,* distribués *tous les deux ans,* à perpétuité, à dater de mon » décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront* » *concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en* » *totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes.* Je provoque ainsi, » par la fondation assez importante de ces *trois prix,* en Europe et peut- » être ailleurs, une série continue de recherches sur les Sciences naturelles, » qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en » même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom- » penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour » ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde » entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils » seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de » France. »

L'Académie décernera, dans sa séance publique de l'année 1897, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie,* de la *Physique* et de la *Chimie.* (Voir pages 1193 et 1203.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France,* celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix est de *cinq cents francs.*

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix mille francs de rente,* est destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique.*

L'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs,* aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique.*

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1191.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1897.)

Études et expériences nouvelles sur les hautes régions des montagnes, notamment sur la Météorologie et sur les conditions de la vie.

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1897.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1897.)

Études du fond des mers qui baignent les côtes de France, au point de vue physique, chimique et zoologique.

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1897; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour l'année 1898.)

L'Académie a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1898, la question suivante :

Faire connaître et discuter les indications que fournit l'étude microscopique des roches sédimentaires (particulièrement des roches secondaires ou tertiaires) au point de vue de leur genèse et des modifications qu'elles ont subies depuis leur dépôt, dans leur structure et leur composition (les corps organisés compris).

Le prix est de *quatre mille francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1898.

PRIX DELESSE.

Mme Vve Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs*, destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger*, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné dans la séance publique de l'année 1897.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin prochain.

PRIX FONTANNES.

Ce prix sera décerné, *tous les trois ans, à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*.

L'Académie décernera le prix Fontannes en 1899.

Le prix est de *deux mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

BOTANIQUE

PRIX BARBIER.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille francs*, est destiné à récompenser « celui qui fera une découverte précieuse dans les *Sciences chirur-* » *gicale, médicale,* pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à » l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

Voir page 1198.

PRIX DESMAZIÈRES.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *seize cents francs*, sera décerné « à » l'auteur, *français ou étranger*, du meilleur ou du plus utile écrit, publié » dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la Crypto- » gamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique*.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1897, les prix Montagne, qui seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*, aux auteurs de travaux importants ayant pour objet

l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin; les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français*.

PRIX DE LA FONS MELICOCQ.

Ce prix sera décerné « *tous les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique* » *sur le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du* » *Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1898, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux cents francs*, sera décerné « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir ci-dessous.)

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX THORE.

Voir ci-dessus.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix est de *neuf cent soixante-quinze francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1897.

PRIX DA GAMA MACHADO.

L'Académie décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs*.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1897.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BARBIER.

Ce prix, d'une valeur de *deux mille francs,* sera décerné à « celui qui
» fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale,
» pharmaceutique, et dans la *Botanique* ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1897.

Voir page 1195.

PRIX BRÉANT.

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent*. Ce prix annuel, d'une valeur de *mille francs,* sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait » ajouté au prix de l'année suivante. »

PRIX SERRES.

Ce *prix triennal* « *sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible* » *à la Physiologie et à la Médecine* », sera décerné en 1899 au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Le prix est de *sept mille cinq cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX CHAUSSIER.

Ce prix sera décerné tous les quatre ans au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans la séance annuelle de 1899, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX PARKIN.

Ce prix triennal est destiné à récompenser des recherches sur les sujet suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus

» particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans
» le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies
» épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des
» ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand
» ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro-
» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois
» mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra-
» vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un
» travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie devait décerner pour la première fois le prix Parkin dans la séance publique de l'année 1893.

Aucun Ouvrage n'ayant été présenté au concours, l'Académie a décidé de remettre l'attribution de ce prix à l'année 1897.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1897.

PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR.

Ce prix annuel sera décerné aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages*
» *ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amé-*
» *lioration de l'espèce humaine.* »

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MÈGE.

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner*
» *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son essai sur les causes qui*
» *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-*
» *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des inté-
» rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1897.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1900, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX LALLEMAND.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix-huit cents francs*, est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX DU BARON LARREY.

Ce prix sera décerné annuellement à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Le prix est de *mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

L'Académie décernera annuellement un prix de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1191.

PRIX POURAT.

Question proposée pour l'année 1897.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1897, la question suivante :

Produire des expériences nouvelles sur la détermination de la part qui revient aux oxydations dans l'énergie mise en jeu par les phénomènes physiologiques, chez les animaux.

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1897.

PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1898.)

La question mise au concours pour le prix Pourat, en 1898, est la suivante :

Innervation motrice de l'estomac.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Ce prix biennal, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1897.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1897.

PRIX PHILIPEAUX.

Ce prix annuel de Physiologie expérimentale, de la valeur de *huit cent quatre-vingt-dix francs*, sera décerné dans la prochaine séance publique.

GEOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1897.)

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1897, la question suivante :

Étudier la région méditerranéenne française au point de vue de la distribution géographique des végétaux. Examiner les relations qui existent entre la flore, le climat, la topographie et la géologie, l'influence directe et indirecte de l'homme sur la constitution de cette flore. Étudier l'origine variée des végétaux qui peuplent la région, leurs migrations, leurs adaptations.

Ce prix est de *deux mille cinq cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1897.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1898.)

La Commission chargée de proposer une question pour le prix Gay à décerner en 1898 a résolu de mettre au concours la suivante :

Comparer la flore marine du golfe de Gascogne avec les flores des régions voisines et avec celle de la Méditerranée. — Examiner si la flore et la faune conduisent à des résultats semblables.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1898.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

Ce prix est décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier*, dans sa séance publique annuelle de 1897, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1891 jusqu'au 1er juin 1897.

Le prix est de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

Ce prix, d'une valeur *annuelle* de *onze cents francs*, est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

L'Académie, dans sa séance publique annuelle, accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant, ingénieur, artiste* ou *mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

Ce prix *annuel* de *quatre mille francs* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Ce prix biennal, d'une valeur de *mille francs*, sera décerné en 1898 « *au* » *voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de* » *services à la France ou à la Science* ».

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1898.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi- » nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1901.

PRIX JÉROME PONTI.

Ce prix biennal, de la valeur de *trois mille cinq cents francs,* sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1898.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1898.

PRIX PETIT D'ORMOY.

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

L'Académie décernera le prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1897.

PRIX LECONTE.

Ce prix, d'une valeur de *cinquante mille francs,* doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalite :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans sa séance annuelle de 1898.

PRIX TCHIHATCHEF.

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement aux* » *naturalistes* de *toute nationalité* qui se seront le plus distingués dans l'ex- » ploration du continent asiatique (ou îles limitrophes), notamment des » régions les moins connues et, en conséquence, à l'exclusion des con- » trées suivantes : Indes britanniques, Sibérie proprement dite, Asie Mi- » neure et Syrie, contrées déjà plus ou moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques ou mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Lorsque l'Académie ne croira pas être dans le cas d'accorder une ré- » compense ou un encouragement, soit partiellement, soit intégralement » le montant ou le restant des intérêts annuels de la susdite somme seront » ajoutés à ceux de l'année ou des années subséquentes jusqu'à l'époque » où l'Académie jugera convenable de disposer de ces intérêts, soit *à titre* » *de récompense* pour des travaux accomplis, soit pour en faciliter l'entre- » prise ou la continuation.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des » œuvres de simple érudition. »

L'Académie décernera le prix Tchihatchef, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1897.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de l'année 1897.

PRIX GASTON PLANTÉ.

Ce prix biennal sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance annuelle de 1897.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1897.

PRIX HOULLEVIGUE.

M. Stanislas Houllevigue a légué à l'Institut *cinq mille francs* de rentes 3 pour 100, à l'effet de fonder un prix annuel qui portera son nom et sera décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décernera le prix Houllevigue dans la séance publique annuelle de 1898.

PRIX CAHOURS.

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués chaque année, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Le prix est de *trois mille francs*.

L'Académie des Sciences décernera le prix Cahours, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1897.

PRIX SAINTOUR.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *trois mille francs,* dans sa séance annuelle de 1897.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

Le prix, d'une valeur de *deux mille francs,* sera décerné, s'il y a lieu, en 1898, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

M. Estrade-Delcros, par son testament en date du 8 février 1876, a légué toute sa fortune à l'Institut. Le montant de ce legs devra être partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, tous les cinq ans, un prix sur le sujet que choisira chaque Académie.

Ce prix, de la valeur de *huit mille francs,* sera décerné par l'Académie des Sciences, pour la première fois, dans sa séance publique de 1898.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER.

Le prix Jean-Jacques Berger, de la valeur de *douze mille francs,* à décerner successivement par les cinq Académies à l'OEuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris, sera attribué, par l'Académie des Sciences, pour la première fois, en 1899.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année,* au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Ce prix, qui est annuel et dont la valeur est de *deux mille cinq cents francs,* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n°s 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **M. BERTHELOT**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur **ERNEST-FRANÇOIS MALLARD**, Membre de l'Institut.

J. B. et M. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 21 DÉCEMBRE 1896.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1896.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1897, 1898, 1899, 1900 *et* 1901.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1897, 1898, 1899 ET 1900.

1897

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Études et expériences nouvelles sur les hautes régions des montagnes, notamment sur la Météorologie et sur les conditions de la vie.

PRIX BORDIN. — Etude sur le fond des mers qui baignent les côtes de France au point de vue physique, chimique et zoologique.

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

PRIX FOURNEYRON. — Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan soit horizontal, soit incliné.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX DAMOISEAU. — On demande de relier les unes aux autres, par la théorie des perturbations les différentes apparitions de la comète de Halley, en remontant jusqu'à celle de Toscanelli en 1456 et tenant compte de l'attraction de Neptune. On calculera ensuite exactement le prochain retour de la comète de 1910.

PRIX LA CAZE. — Physique.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX LA CAZE. — Chimie.

PRIX DELESSE. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX SAVIGNY, fondé par M[lle] Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX SERRES. — Sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX PARKIN. — Recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX DU BARON LARREY. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

PRIX BELLION, fondé par M[lle] Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé

de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

Prix Mège. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix La Caze. — Physiologie.

Prix Pourat. — Produire des expériences nouvelles sur la détermination de la part qui revient aux oxydations dans l'énergie mise en jeu par les phénomènes physiologiques chez les animaux.

Prix Martin-Damourette. — Physiologie thérapeutique.

Prix Philipeaux. — Physiologie expérimentale.

Prix Gay. — Étudier la région méditerranéenne française, au point de vue de la distribution géographique des végétaux. Examiner les relations qui existent entre la flore, le climat, la topographie et la Géologie, l'influence directe et indirecte de l'homme sur la constitution de cette flore. Étudier l'origine variée des végétaux qui peuplent la région, leurs migrations, leurs adaptations.

Médaille Arago. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un Travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Tchihatchef.— Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Prix Gaston Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

Prix Cahours. —Décerné, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Prix Saintour.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Prix Rivot. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1898

Grand prix des Sciences mathématiques. — Chercher à étendre le rôle que peuvent jouer en Analyse les séries divergentes.

Prix Bordin. — Étudier les questions relatives à la détermination aux propriétés et aux applications des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables. Indiquer, en particulier, d'une manière aussi précise que possible, le degré de généralité de ces systèmes.

Prix Damoiseau. — Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne découvert simultanément en 1848 par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie et en déduire la valeur de la masse de Titan.

Prix Janssen. — Médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le Travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

Prix Vaillant. — Faire connaître et discuter les indications que fournit l'étude microscopique des roches sédimentaires (particulièrement des roches secondaires ou tertiaires) au point de vue des modifications qu'elles ont subies, depuis leur dépôt, dans leur structure et leur composition (les corps organisés compris).

Prix de la Fons Mélicocq.—Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

Prix Pourat. — Innervation motrice de l'estomac.

Prix Gay. — Comparer la flore marine du golfe de Gascogne avec les flores des régions voisines et avec celle de la Méditerranée. Examiner si la flore et la faune conduisent à des résultats semblables.

Prix Delalande-Guérineau. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Jérome Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire...

nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

Prix Houllevigue.

Prix Kastner-Boursault. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

Prix Estrade-Delcros. — Ce prix sera décerné par l'Académie des Sciences, pour la première fois en 1898, au travail dont elle indiquera le sujet.

1899

Prix Fourneyron. — Perfectionner en quelque point important la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

Prix Fontannes. — Décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Prix Serres. — Sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Chaussier. — Décerné au meilleur Livre ou Mémoire, qui aura paru pendant ce temps et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique.

Prix Kastner-Boursault. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

Prix Jean-Jacques Berger. — Décerné successivement par les cinq Académies à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; sera attribué par l'Académie des Sciences pour la première fois en 1899.

1900

Prix Da Gama-Machado. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Parkin. — Destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants : 1° sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies; 2° sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

1901

Prix Jean Reynaud. — Décerné à l'auteur du travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 DÉCEMBRE 1896.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par ALBERT I[er], *Prince souverain de Monaco*, publiés sous la direction de M. JULES RICHARD, Docteur ès Sciences, chargé des travaux zoologiques à bord. Fascicule X : Poissons provenant des campagnes du yacht (1885-1888), par ROBERT COLLETT. Fascicule XI : Contribution à l'étude des Stellérides de l'Atlantique nord (Golfe de Gascogne, Açores, Terre-Neuve), par EDMOND PERRIER. Imprimerie de Monaco, 1896; 2 fasc. in-4°.

Carte géologique de l'Algérie. Paléontologie. Monographies. Les éléphants quaternaires. Les rhinocéros quaternaires, par A. POMEL, Correspondant de l'Institut. Alger, P. Fontana et C[ie], 1895; 2 fasc. in-4°.

Le Lieutenant-Colonel R. DU LIGONDÈS. — *Formation mécanique du système du monde, avec un résumé de la nouvelle théorie*, par l'abbé Th. MOREUX, Professeur de Mathématiques. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. EUGÈNE VICAIRE, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'École nationale supérieure des Mines. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Supplément à la Notice sur les travaux scientifiques de M. R. ZEILLER, Ingénieur en chef des Mines, Lauréat de l'Académie des Sciences, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Ministère de la Marine. Revue maritime, couronnée par l'Académie française. Novembre 1896. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques. Journal des Candidats aux Écoles spéciales, à la Licence et à l'Agrégation, dirigé par C.-A. LAISANT et X. ANTOMARI. Troisième série. Tome XV. Décembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 br. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel, et M. CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. N° 48. Séance du 8 décembre 1896. Paris, Masson et C[ie]; 1 fasc. in-8°.

Revue des Pyrénées (France méridionale, Espagne), dirigée par le D[r] F. GARRIGOU. Tome VIII, 1896. 4[e] livraison. Toulouse; 1 vol. in-8°.

Divisibilité de la valence. Inutilité des valences supplémentaires. Pertuis, J. Gasquet, 1896; 1 feuille gr. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. 66e année. 3e série. Tome 32; 1896. Nos 9-10. Bruxelles, Hayez, 1896; 1 volume in-8°.

Bulletin de la Société Impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Prof. Dr MENZBIER. Année 1896. N° 1. Moscou, 1896; 1 vol. in-8°.

Smithsonian contributions to knowledge. Vol. XXX, XXXI, XXXII. City of Washington, 1895; 3 vol. in-4°.

Astronomical, magnetic and meteorological observations made during the year 1890, *at the United States naval Observatory.* Washington, 1895; 1 vol. in-4°.

The journal of the College of Sciences, Imperial University, Japan. Vol. X; Part I. Tokyo (Japan), 1896; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 DÉCEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** rend compte de la touchante cérémonie qui a eu lieu samedi dernier à l'Institut Pasteur, à l'occasion de la translation des restes de Pasteur dans la magnifique crypte construite aux frais de la veuve et des enfants de notre regretté Confrère.

A l'arrivée du cercueil dans la crypte, M. J.-B. Pasteur l'a remis à la garde du Conseil de l'Institut Pasteur, représenté par son Président, M. Joseph Bertrand, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Plusieurs discours, rappelant les principales découvertes de Pasteur et leur bienfaisante influence, ont été prononcés par les délégués à cette cérémonie :

M. Rambaud, Ministre de l'Instruction publique, au nom du Gouvernement,

M. Baudin, Président du Conseil municipal, au nom de la Ville de Paris,

M. Legouvé, Directeur de l'Académie française,

Sir Joseph Lister, Président de la Société Royale de Londres, Associé étranger de l'Académie des Sciences, représentant la Société Royale et le Collège Royal des Chirurgiens d'Angleterre,

Sir William Priestley, Membre du Parlement anglais, représentant l'Université d'Édimbourg et celle de Saint-André,

Sir Dyce Duckworth, au nom du Collège Royal de Médecine de Londres,

Sir John Evans, Trésorier de la Société Royale de Londres,

M. le Professeur Crookshank, au nom du Conseil du King's College,

M. A. Cornu, Président de l'Académie des Sciences,

M. Bergeron, Secrétaire perpétuel de l'Académie de Médecine,

M. Perrot, Directeur de l'École Normale supérieure,

M. Louis Passy, Secrétaire perpétuel de la Société d'Agriculture,

M. Tissier, Président de l'Association des Étudiants,

Enfin M. Duclaux, Membre de l'Académie des Sciences, Directeur de l'Institut Pasteur.

Tous les assistants sont alors descendus dans la crypte et ont défilé devant le tombeau.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la méthode de Bruns*. Note de M. **Poincaré**.

« On sait que Bruns a démontré que le problème des trois corps n'admet pas d'autre intégrale algébrique que les intégrales connues (*Acta mathematica*, t. XI). L'importance de cette méthode, qui est certainement applicable à d'autres équations analogues, m'engage à signaler certains cas d'exception au théorème de Bruns et à rectifier certaines défectuosités de sa démonstration qui, heureusement, ne lui enlèvent pas sa valeur.

» Bruns considère des équations de la forme suivante :

$$\frac{dx_i}{dt} = y_i, \qquad \frac{dy_i}{dt} = A_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n). \tag{1}$$

» Les A_i sont des fonctions rationnelles des x_i et de s, et s est liée aux x_i par une équation algébrique

$$F(s, x_i) = 0. \tag{2}$$

» Bruns montre d'abord que la recherche des intégrales algébriques du système (1) se ramène à celle des intégrales de la forme

$$\frac{\psi}{\psi'},$$

où ψ et ψ' sont deux polynomes entiers par rapport aux y dont les coefficients sont rationnels par rapport aux x et à s. On peut toujours supposer (et cela bien que nous ne supposions pas les fonctions A_i homogènes) que ψ ne contient que des termes d'ordre pair par rapport aux y, ou seulement des termes d'ordre impair.

» Cela posé, Bruns montre que, si ψ_0 est l'ensemble des termes de ψ dont le degré est le plus élevé par rapport aux y, on a identiquement

$$\sum y_i \frac{d\psi_0}{dx_i} = \psi_0 \omega, \tag{3}$$

où $\omega = \sum \omega_i y_i$ est un polynome homogène du premier degré par rapport aux y dont les coefficients sont rationnels en x et s.

» M. Bruns cherche à démontrer que

$$\sum \omega_i \, dx_i \tag{4}$$

est une différentielle exacte.

» Dans le cas où les coefficients de ψ_0 sont rationnels en x et indépendants de s, la démonstration ne laisse rien à désirer.

» Mais il n'en est pas de même s'ils dépendent de s. Le raisonnement de Bruns (*loc. cit.*, p. 37 et suiv.) soulève des objections. Il fait d'abord

$$y_3 = y_4 = \ldots = y_n = 0;$$

le polynome ψ_0 se réduit à un polynome ψ_{02}, ne dépendant que de y_1 et y_2; écartant par un artifice parfaitement légitime le cas où ψ_{02} serait identiquement nul, il écrit

$$\psi_2 = c_0 y_1^q + c_1 y_1^{q-1} y_2 + \ldots + c_q y_2^q.$$

» Il pose

$$\psi_{02} = c_0 \psi',$$

désigne par Ψ le produit des diverses valeurs de ψ' correspondant aux diverses racines de l'équation (2) en s, par H le dénominateur commun des coefficients de Ψ, de telle façon que $H\Psi$ soit un polynome entier en x et en y. Il montre que

$$y_1 \frac{dH\Psi}{dx_1} + y_2 \frac{dH\Psi}{dx_2} = 0.$$

» De cette équation il veut conclure (p. 38) que

$$H\Psi = (y_1 y_2 - y_2 x_1)^{pq}.$$

C'est là que la démonstration est en défaut. Cela serait vrai si ψ_{02}, et par con-

séquent $H\Psi$, était homogène en x_1 et en x_2; mais il n'en est pas ainsi. Bruns suppose, il est vrai, que les A_i et F sont homogènes en x et s; cela lui permet de supposer que ψ_0 est homogène en $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Mais alors, ψ_{02} est homogène en $x_1, x_2, \ldots, x_n$ et non pas en x_1 et x_2 seulement. Pour le rendre homogène en x_1 et x_2, il faudrait non seulement annuler y_3, $y_4, \ldots, y_n$, mais encore $x_3, x_4, \ldots, x_n$; mais alors la relation d'intégrabilité

$$\frac{d\omega_2}{dx_1} = \frac{d\omega_1}{dx_2}$$

ne serait plus démontrée qu'en supposant ces $n - 2$ variables nulles.

» Au reste, il est aisé de former un exemple où le théorème de Bruns est en défaut. Supposons que l'équation (2) s'écrive

$$s^2 = x_1^2 + x_2^2 - x_3^2.$$

Considérons le polynome

$$(x_1y_2 - x_2y_1)^2 - (x_1y_3 - x_3y_1)^2 - (x_2y_3 - x_3y_2)^2,$$

qui satisfait à l'identité (3); il se décomposera en deux facteurs,

$$(x_1y_2 - y_1x_2)(x_1^2 - x_3^2) + (x_2x_3 + x_1s)(x_1y_3 - y_1x_3)$$

et

$$\frac{x_1y_2 - y_1x_2}{x_1^2} + \frac{x_2x_3 - x_1s}{x_1^2(x_1^2 - x_3^2)}(x_1y_3 - y_1x_3).$$

Chacun de ces facteurs satisfera à l'identité (3) sans que l'expression (4) soit une différentielle exacte.

» Il importe donc de rechercher les cas d'exception. Supposons d'abord $n = 2$ et regardons x_1 et x_2 comme les coordonnées d'un point mobile dans un plan y_1 et y_2 comme les composantes de sa vitesse. Alors l'équation $\psi = 0$ représentera un système de droites dans un plan. Ces droites auront une enveloppe que j'appellerai E.

» D'un point du plan, on pourra mener à cette enveloppe plusieurs tangentes et le rapport $y' = \frac{y_1}{y_2}$ représentera le coefficient angulaire d'une de ces tangentes. Considérons maintenant le polynome ψ_0; s'il ne dépend pas de s, on retombera sur le cas où le théorème de Bruns s'applique; s'il dépend de s, on pourra trouver une quantité σ telle que 1° σ est rationnel en x et s; 2° σ est rationnel en x_1, x_2 et y', y' représentant le coefficient angulaire d'une des tangentes menées à E par le point x_1, x_2; 3° les coefficients de ψ_0 sont rationnels en x et σ; 4° aux diverses valeurs de σ correspondent autant de polynomes ψ_0 différents.

» Faisons décrire au point x_1, x_2 un contour fermé imaginaire très petit, quelconque; il pourra arriver que deux ou plusieurs valeurs de σ, ou que

deux ou plusieurs valeurs de y' s'échangent entre elles; c'est la façon dont se fait cet échange qu'il s'agit de discuter.

» Pour que des valeurs de σ s'échangent, il faut que des valeurs de y' s'échangent et pour que des valeurs de y' s'échangent, il faut que le point x_1, x_2 tourne autour de la courbe E ou autour d'une tangente singulière à E; je veux dire une tangente d'inflexion ou une tangente en un point singulier. Nous restons donc en présence de deux hypothèses :

» 1° Le lieu des points où l'équation en σ (et par conséquent l'équation en s) a des racines égales comprend E;

» 2° Le lieu ne comprend pas E, mais comprend une tangente singulière à E.

» Cette deuxième hypothèse doit être rejetée; c'est ce que montre la discussion de la façon dont s'échangent les diverses valeurs de y', de σ et de s quand le point x_1, x_2 tourne, dans le voisinage du point de contact, autour d'une tangente singulière à E, ou d'une des branches de courbe qui la touchent.

» Ainsi E devra faire partie du lieu des points où l'équation (2) a des racines multiples.

» Soit maintenant $n = 3$ et supposons que x_1, x_2, x_3 soient les coordonnées d'un point mobile dans l'espace, y_1, y_2 et y_3 les composantes de sa vitesse. L'équation $\psi_0 = 0$ est alors celle d'un complexe de droites.

» Si le polynome ψ_0 est exceptionnel, c'est-à-dire si ses coefficients ne sont pas rationnels en x et s'il fait exception au théorème de Bruns, toutes les droites du complexe devront être tangentes à la surface, lieu des points où l'équation (2) a des racines égales.

» Supposons enfin n quelconque. Écrivons que l'équation en s (2) a des racines égales; nous obtiendrons une équation

$$\Phi(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0,$$

qui pourra n'être pas irréductible, mais se décompose en plusieurs autres

$$\Phi_1(x_i) = 0, \qquad \Phi_2(x_i) = 0, \qquad \ldots, \qquad \Phi_k(x_i) = 0.$$

Considérons l'une de ces équations

$$\Phi_h(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0,$$

et formons l'équation en t,

$$\Phi_h(x_1 + y_1 t, x_2 + y_2 t, \ldots, x_n + y_n t) = 0.$$

Exprimons que cette équation en t a deux racines égales, nous obtiendrons une relation

$$\Theta_h(x_i, y_i) = 0.$$

» Il pourra se faire que Θ_h se décompose en plusieurs facteurs entiers en y_i, rationnels en x_i et en s. S'il en est ainsi, chacun de ces facteurs sera un polynome ψ_0 exceptionnel.

» *A chaque équation en s ne pourra donc correspondre qu'un nombre fini de polynomes* ψ_0 *exceptionnels et irréductibles.*

» Ces polynomes exceptionnels n'existent pas toujours, car Θ_h peut ne pas être décomposable en facteurs.

» Qu'arrive-t-il en particulier dans le cas du problème des trois corps?

» On peut former trois polynomes Θ; l'un d'eux est

$$\begin{aligned}&[(x_1 - x_4)(y_2 - y_5) - (x_2 - x_5)(y_1 - y_6)]^2\\ +&[(x_2 - x_5)(y_3 - y_6) - (x_3 - x_6)(y_2 - y_5)]^2\\ +&[(x_3 - x_6)(y_1 - y_4) - (x_1 - x_4)(y_3 - y_6)]^2.\end{aligned}$$

» Chacun d'eux se décompose en deux facteurs; il y a donc des polynomes ψ_0 exceptionnels, mais *ces polynomes sont imaginaires*. Or on peut toujours supposer, sans restreindre la généralité, que l'intégrale $\frac{\psi}{\psi'}$ est réelle.

» Le résultat de M. Bruns se trouve donc confirmé; je suis heureux d'avoir pu compléter son élégante analyse sur un point de détail. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Une théorie nouvelle sur la cicatrisation et le rôle de l'épithélium antérieur de la cornée dans la guérison des plaies de cette membrane;* par M. **L. Ranvier**.

« Dans une Communication antérieure [1], m'appuyant sur les phénomènes que j'avais observés dans l'endothélium du péritoine, j'avais été conduit à formuler une théorie nouvelle sur la cicatrisation. Cette théorie a guidé quelques histologistes dans leurs recherches sur l'inflammation,

---

[1] *De l'endothélium du péritoine et des modifications qu'il subit dans l'inflammation expérimentale; comment il faut comprendre la guérison des plaies par réunion immédiate* (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 842; 1891).

considérée d'une manière générale, et sur l'adhésion des séreuses; je citerai entre autres MM. Letulle et Cornil. Elle n'a pas toujours été bien comprise, c'est ce qui m'engage à la formuler de nouveau. Ce qui caractérise surtout cette théorie, c'est qu'elle fait concevoir la réunion des plaies, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir aucune multiplication cellulaire, l'hypertrophie, l'extension et le déplacement des cellules préexistantes suffisant à assurer la formation d'une cicatrice. Je ne veux pas dire par là que l'on ne puisse observer dans les plaies les phénomènes de la multiplication cellulaire. Ce serait aller contre l'évidence même. Je veux seulement soutenir que cette multiplication, quand elle se produit, n'est point indispensable, ou plutôt qu'elle n'a qu'une valeur secondaire.

» Lorsque, après avoir coupé un nerf, j'en suis pas à pas la régénération, j'observe que les cylindres-axes du segment central bourgeonnent et végètent, jusqu'à reconstituer dans son entier le nerf dont le segment périphérique a d'abord dégénéré sous l'influence de la section. Dans la formation de cette immense cicatrice, il n'y a pas essentiellement de multiplication cellulaire. Le cylindre-axe n'est, en effet, que l'un des prolongements d'une cellule nerveuse multipolaire située dans les centres nerveux, et la formation de nouveaux segments interannulaires, qui constituent autant de cellules, n'est qu'un phénomène accessoire.

» On le voit par cet exemple, j'étais bien préparé par mes travaux antérieurs à entreprendre, avec quelque espérance de succès, des recherches sur la cicatrisation. J'ai commencé ces recherches il y a plus d'une année.

» La cornée transparente de l'œil est un admirable organe pour les recherches histologiques. On y a fait des découvertes de premier ordre et d'une portée très générale. Certaines de ces découvertes ont été faites sans qu'il ait été nécessaire de soumettre la membrane à l'action d'aucun réactif. J'en rappellerai deux pour appuyer mon dire : celle de la migration des cellules lymphatiques (Recklinghausen), celle des nerfs intra-épithéliaux (Hoyer). La cornée a, comme on le sait, une constitution fort simple. Il y a lieu d'y distinguer l'épithélium antérieur, une lame conjonctive dépourvue de vaisseaux et en arrière une seule rangée de cellules endothéliales reposant sur une membrane vitrée, la membrane de Descemet. L'épithélium antérieur est formé de plusieurs couches de cellules épithéliales : les profondes sont cylindriques, les moyennes cubiques, les superficielles aplaties. Parmi les profondes on en observe toujours quelques-unes qui diffèrent de leurs voisines par certains caractères; elles se colorent

plus vivement par le carmin, l'hématoxyline et la plupart des autres réactifs colorants; elles sont minces, comme comprimées. Ce sont les cellules à pied des auteurs allemands. Cette dénomination n'est pas très bonne, mais elle a été acceptée et je la conserve. Les cellules à pied ne constituent pas une espèce distincte. Plus molles et plus chargées de matériaux nutritifs que celles qui les entourent, parce qu'elles sont en évolution formatives, elles se sont laissé comprimer par elles; c'est pour cela qu'elles sont plus minces. La connaissance et l'observation de ces cellules est indispensable pour comprendre ce que je vais dire maintenant du rôle de l'épithélium antérieur de la cornée dans la cicatrisation de cette membrane.

» J'ai expérimenté chez le lapin. Pour inciser la cornée je me suis servi tantôt d'un couteau à cataracte, tantôt d'un couteau à lame cachée, comme celui que j'avais fait construire jadis pour faire des incisions circulaires de la cornée dans le but d'y suivre le trajet des nerfs ([1]).

» C'est un phénomène très merveilleux, et dont seront surpris tous ceux qui répéteront ces expériences, que la rapidité avec laquelle se guérit une coupure de la cornée. Vingt-quatre heures après l'incision, il s'est formé sur la surface de section un nouveau revêtement épithélial et la membrane n'a rien perdu de sa transparence. Après avoir constaté ce fait remarquable, j'ai fait à son sujet des recherches bibliographiques. L'expérience avait été déjà faite par le professeur von Wyss ([2]), de Zurich. Avant de lire son Mémoire, j'avais une opinion sur la cause du phénomène. Cette opinion diffère complètement de la sienne. Von Wyss admet que les cellules épithéliales qui remplissent la solution de continuité résultent de la prolifération des cellules anciennes. Je soutiens au contraire qu'elles proviennent du glissement des cellules épithéliales préexistantes et de leur effondrement successif dans la solution de continuité. C'est là une conception si nouvelle, c'est-à-dire à laquelle on est si peu préparé, que je dois l'étayer solidement par des faits. Ces faits sont faciles à recueillir. Des expériences fort simples peuvent les produire. Je les dégagerai de tout ce qui me paraît accessoire, afin d'en faire mieux saisir la signification.

» Ces expériences consistent à pratiquer sur la cornée d'un lapin vivant des incisions plus ou moins profondes, plus ou moins nombreuses, plus ou moins rapprochées et d'attendre plus ou moins longtemps avant de sacrifier l'animal pour examiner les cicatrices. Cet examen est fait sur des

---

([1]) *Leçon sur la cornée*, p. 398; 1881.

([2]) *Arch. de Virchow*, t. LXIX, p. 24; 1877.

coupes perpendiculaires à l'incision, faites après durcissement dans la liqueur osmochromoacétique de Flamming et coloration, soit par l'hématoxyline, soit par le picrocarmin.

» Vingt-quatre heures après que l'on a pratiqué une incision passant par l'axe de la cornée et comprenant à peu près le quart de l'épaisseur de la membrane, on constate que les deux lèvres de l'incision sont écartées et que la petite plaie, qui affecte la forme d'un coin, est entièrement remplie de cellules épithéliales. Ces cellules sont soudées les unes aux autres, et celles d'entre elles qui reposent sur les lèvres de la plaie sont également soudées aux lames cornéennes ou, plutôt, à la section de ces lames. Si l'incision a été plus profonde; si, par exemple, elle a compris le tiers ou la moitié de l'épaisseur de la cornée, la solution de continuité n'est pas entièrement comblée. La petite plaie est bien tapissée de cellules épithéliales dans toute son étendue, mais il reste à son niveau un léger vallon. Dans l'un et l'autre cas, les phénomènes que je vais décrire maintenant sont à peu près les mêmes; ils sont cependant un peu plus accusés dans le second.

» L'ancien revêtement épithélial de la membrane de chaque côté des lèvres de la plaie, bien loin de montrer les signes d'une suractivité nutritive ou formative, comme on avait le droit de s'y attendre d'après les théories régnantes sur l'irritation inflammatoire, est, au contraire, singulièrement atténué. Il est diminué de hauteur; au lieu de 40 à 50 μ, qui est sa hauteur normale, il ne mesure plus que 20 à 25 μ. Sa structure aussi est modifiée; la couche moyenne des cellules cubiques a disparu en partie ou en totalité et les cellules cylindriques profondes se sont élargies et ont perdu de leur hauteur. On ne voit plus parmi elles de cellules à pied. A partir du bord de la plaie, ces modifications, très accusées d'abord, s'affaiblissent peu à peu. On en retrouve souvent des vestiges à plus de 1^{mm}. Je crois qu'elles se poursuivent plus loin encore. Elles ne sont point du tout de nature irritatives. J'estimai de suite qu'elles étaient d'ordre mécanique, et voici l'explication qui me vint naturellement à l'esprit. Les cellules profondes de l'épithélium cornéen sont, à l'état de tension, comme des billes molles et élastiques comprimées dans un sac. Si l'on fend en un point la paroi du sac, les billes s'en échapperont, cela est évident.

» Pour vérifier cette hypothèse, j'ai fait deux sortes d'expériences. Les premières ont consisté à examiner les plaies de la cornée, de suite après l'incision et au bout de quelques heures. De suite après, la section de

l'épithélium est nette et la solution de continuité ne contient rien ou seulement quelques débris que je crois sans importance.

» Peut-être d'autres en trouveront plus tard. Cependant, ils ne s'y attacheront pas, s'ils veulent examiner, comme je vais le faire, la cornée quatre et six heures après l'incision. Ils verront se dégager de l'épithélium, au niveau de chaque surface de section, un bourgeon épithélial qui s'avance vers le fond de la plaie en rampant, pour ainsi dire, sur ses lèvres. Au fur et à mesure que les cellules épithéliales, par suite de l'écoulement de la masse, arrivent au contact de la section d'une lame cornéenne, elles s'y accolent et s'y fixent au moyen d'une substance gluante qu'elles sécrètent. C'est sans doute la même substance que celle qui les unit entre elles, substance qui, tout en les unissant, leur permet pourtant de se déplacer les unes par rapport aux autres.

» Lorsque les deux bourgeons épithéliaux émis sur chacune des lèvres de la plaie, par suite de leur extension, arrivent à se toucher, ils se soudent à l'aide de la même substance, et l'on ne peut plus distinguer alors les cellules qui ont appartenu à l'un ou à l'autre des bourgeons.

» J'arrive à ma dernière expérience. Elle me semble entièrement démonstrative. Pour la faire, j'utilise le couteau double de Valentin. C'est un couteau formé de deux lames parallèles que l'on peut rapprocher ou éloigner à volonté et dont on fait usage, en histologie, pour faire dans des tissus mous des coupes microscopiques. J'écarte les lames de 1^{mm} et je fais du même coup, dans la cornée, deux incisions parfaitement parallèles. Il est rare, quelque soin qu'on y mette, que ces deux incisions soient également profondes, et même que chacune ait une profondeur égale sur tout son trajet.

» Ces inégalités sont elles-mêmes instructives. Je suppose le cas, je l'ai sous les yeux, où une des incisions est profonde et l'autre superficielle. Le revêtement épithélial de la membrane compris entre elles deux est réduit à deux couches : une profonde, formée de cellules cubiques rangées les unes à côté des autres; une superficielle, constituée par plusieurs rangées de cellules lamellaires. Les deux couches ont à peine l'épaisseur de 20 μ. Il est clair que la plupart des cellules épithéliales de cette région ont été refoulées et se sont effondrées dans les deux solutions de continuité qui l'avoisinent. Voyons maintenant ce qui s'est passé de l'autre côté des deux incisions. La profonde d'abord : on y constate l'amincissement graduel de l'épithélium, dont j'ai déjà parlé, et les modifications cellulaires

qui l'accompagnent. Ces phénomènes sont très accusés, tandis qu'ils sont à peine marqués sur le bord externe de l'incision superficielle. Il a fallu très peu de cellules pour remplir la perte de substance de cette dernière plaie, et elle n'en a pas empruntées assez à l'épithélium avoisinant pour y laisser des traces manifestes. Cette expérience m'a paru entièrement concluante, et je crois qu'elle ne laissera aucun doute dans l'esprit de ceux qui voudront bien la répéter.

» Une question sera, sans conteste, posée par ceux qui m'ont suivi jusqu'à maintenant. Observe-t-on dans l'épithélium qui comble la plaie et dans celui qui la borde des signes d'une multiplication cellulaire? A cette question je répondrai que je n'y ai jamais observé une figure de karyokinèse ou division indirecte. Reste la division directe. Aujourd'hui, quand on voit en un point beaucoup de cellules qui paraissent nouvelles parce qu'elles sont abondantes et qu'on n'y observe pas de figures karyokinétiques, on se laisse entraîner à penser et même à écrire que ces cellules proviennent des anciennes cellules multipliées par le mécanisme de la division directe. Je pense que souvent on se trompe. Je crois avoir quelque autorité pour le dire, puisque j'ai été le premier à avoir suivi pas à pas tous les phénomènes de ce mode de la multiplication cellulaire.

» Il ne suffit pas d'observer deux ou un nombre plus considérable de noyaux dans des cellules pour dire que ces cellules sont destinées à se multiplier. Je suis de l'avis de Flemming et je pense avec cet auteur, sans cependant généraliser autant que lui, que les cellules à deux noyaux ne sont pas destinées nécessairement à la multiplication par division. Les cellules nerveuses des ganglions sympathiques du lapin ont deux noyaux, celles de l'épithélium buccal du cochon d'Inde ont deux noyaux également; cependant elles ne se divisent pas. Je pourrais en donner bien d'autres exemples encore.

» Au fond de la plaie de la cornée, au bout de vingt-quatre heures, il y a des cellules qui ont deux ou un nombre plus considérable de noyaux : j'en ai vu jusqu'à six; mais de vraies divisions cellulaires je n'en ai pas observées. Du reste, il y en aurait quelques-unes que cela n'enlèverait rien à la valeur des faits que je viens de signaler.

» J'ai laissé de côté avec intention tout ce qui est relatif aux plaies pénétrantes de la cornée. Je n'ai pas parlé non plus des modifications de la lame conjonctive qui surviennent à la suite des incisions superficielles de la membrane. Cela m'aurait entraîné bien au delà des limites qui me sont imposées. »

PATHOLOGIE. — *Nouvelle Note sur l'application de la radioscopie au diagnostic des maladies du thorax;* par M. **Ch. Bouchard**.

« Depuis mes dernières Communications sur ce sujet ([1]), j'ai eu l'occasion de vérifier, bien des fois, la concordance qui existe dans l'exploration des maladies du thorax entre les données que fournit la percussion et celles que donne la radioscopie, l'ombre portée sur l'écran phosphorescent marquant en teintes sombres les régions où l'on constate la matité. Plusieurs fois, la radioscopie a révélé ce que les autres moyens de l'exploration physique avaient laissé inaperçu, ce que même ils ne révélaient pas après un nouvel examen.

» Il m'est arrivé, en examinant à l'aide des rayons Röntgen un thorax suspect, de découvrir vers l'une des bases une teinte un peu obscure et inégalement obscure : l'oreille, appliquée sur la zone ainsi signalée à l'attention, constatait l'existence de frottements.

» Un malade m'est présenté sans renseignements, sans que je puisse le voir dans l'obscurité de la chambre noire. Un côté du thorax est brillant; l'autre côté, le gauche, est ombré dans toute la hauteur. Je conclus qu'il s'agit soit d'un épanchement pleurétique, soit d'une infiltration tuberculeuse de tout le poumon gauche. La remarque que le médiastin n'est pas dévié à droite me fait repousser l'idée de pleurésie. Les autres modes de l'exploration confirment le diagnostic d'infiltration tuberculeuse de tout le poumon gauche.

» J'ai montré également, avec une netteté parfaite, la tumeur que formait, à droite de la colonne, chez une petite fille, la masse d'une adénopathie trachéo-bronchique.

» Un malade, qui venait d'être admis à l'hôpital et qui n'avait encore été soumis qu'à un examen sommaire, m'est amené parce qu'il présente des battements à droite du sternum et parce que, au cas où il s'agirait d'un anévrisme de l'aorte, on est curieux de savoir ce que donnerait la radioscopie. Je constate, dans la portion droite du thorax, en continuité avec l'ombre du sternum, une zone sombre, anomale. Mais, en même temps, je reconnais l'absence, à gauche, de l'ombre du cœur. Je conclus non à un anévrisme de l'aorte, mais à une ectopie du cœur qui, ne se trouvant

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, 7 et 14 décembre 1896.

pas à gauche, doit battre à droite. La palpation, la percussion, l'auscultation confirment ce diagnostic séance tenante.

» Sur un autre malade chez lequel, par les procédés accoutumés, j'avais diagnostiqué un anévrisme de la crosse de l'aorte, l'écran phosphorescent m'a montré la tumeur avec son siège, sa forme, son volume.

» En dehors de l'anévrisme, j'ai pu voir les dilatations aortiques dessiner à droite et à gauche du sternum, par une courbe un peu moins éclairée que le fond du thorax, les portions débordantes du vaisseau.

» De même j'ai reconnu les hypertrophies du cœur, compensatrices des scléroses artérielles ou rénales et j'ai vu, dans ces cas, les oreillettes battre à droite du sternum.

» Ces faits, joints à ceux que j'ai communiqués antérieurement, montrent que l'emploi des rayons de Röntgen, qui rend au chirurgien de si grands services pour l'étude des lésions osseuses ou pour la recherche des corps étrangers métalliques, est tout aussi précieux pour le médecin. La démonstration est faite pour les maladies du thorax. L'application de la radioscopie à l'étude des maladies de l'abdomen m'a, jusqu'à ce jour, donné des résultats moins satisfaisants. Je vois très nettement la voûte que forme la face convexe du foie, mais j'arrive rarement à délimiter la partie inférieure de cet organe. Je ne vois pas les reins. Je n'ai pas pu distinguer un volumineux cancer de l'estomac. Une seule fois j'ai entrevu, d'une manière incertaine, la tête du fœtus dans un cas de grossesse. Mais l'estomac apparaît nettement comme une tache claire sur le fond sombre de l'abdomen, à la condition, toutefois, qu'il contienne du gaz.

» En faisant usage de bobines puissantes, qui élèvent la tension des courants alternatifs au point de fournir des étincelles de 40^{cm}, j'ai pu triompher de la résistance que le thorax de l'adulte oppose aux rayons invisibles et j'ai fait apparaître sur l'écran phosphorescent le détail des organes de la poitrine. J'espère, en augmentant encore la puissance de pénétration des rayons, traverser aussi la masse des organes beaucoup plus résistants de l'abdomen. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *L'énergie dépensée par le muscle en contraction statique pour le soutien d'une charge, d'après les échanges respiratoires;* par M. A. **Chauveau**, avec la collaboration de M. J. **Tissot**.

« Dans mon avant-dernière Communication ([1]), j'ai déterminé, d'après les échanges respiratoires, les rapports de la dépense énergétique du muscle avec le degré de raccourcissement qu'il affecte en travaillant. *Cette dépense est d'autant plus faible, pour un même travail mécanique accompli, que le muscle est plus près de sa longueur maxima quand il se raccourcit pour travailler.* Le fait était attendu, parce qu'il est en harmonie avec les lois de la création de la force élastique intérieure (travail physiologique du muscle) qui exécute le travail extérieur. Du reste, cette marche de la dépense énergétique avait été déjà indiquée ([2]) par les caractères qu'affecte l'échauffement du muscle pendant l'exécution du travail mécanique.

» Il était à prévoir que le parallélisme constaté entre l'activité des échanges respiratoires et celle de la thermogénèse, quand le muscle est en contraction dynamique, se manifesterait également lorsque l'organe, en simple contraction statique, se borne à équilibrer les résistances extérieures, au lieu de les déplacer. Il valait la peine de s'en assurer. M. Tissot

---

([1]) La Note est du 20 juillet et a été suivie d'une autre communiquée le 3 août. Je n'ai pu présenter cette dernière moi-même, parce que j'étais alors absent de Paris. Elle dépassait de beaucoup les dimensions réglementaires et a dû être abrégée et remaniée. Il ne m'a pas été possible de surveiller cette opération, qui a rendu obscur le sens de mes propositions et l'a même dénaturé. C'est au moins ce qui est arrivé pour la dernière partie de la Note, celle qui est consacrée à l'indication du principe de la transformation possible, en énergie actuelle ou force vive, de l'énergie potentielle ou force de tension dissimulée dans le tissu musculaire rétracté pour soutenir un poids. Je ne m'en suis aperçu que trois mois après, au moment de mon retour, en lisant les épreuves du tirage à part que j'avais demandé à l'éditeur des *Comptes rendus*. Il m'a paru inutile de procéder à une rectification quelconque, parce que je puis maintenant faire quelque chose de mieux. En effet, je suis en mesure de produire, non plus la simple annonce d'un principe, d'une méthode à exploiter, mais une exposition complète des résultats qu'on peut en tirer. Je commencerai très prochainement la publication de ces résultats.

([2]) *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*, p. 149.

s'en est chargé. Les résultats obtenus, en ce qui concerne les échanges respiratoires, se superposent d'une manière si parfaite avec ceux qui sont retirés des mesures thermiques, qu'on peut regarder les deux séries comme identiques. De là une éclatante confirmation des vues et des lois que j'ai formulées sur la force élastique qui se crée dans le muscle mis en contraction, ainsi que sur la dépense énergétique qu'entraîne corrélativement cette création. C'est ce qui va ressortir du court résumé des faits nouveaux dont j'ai à donner connaissance.

» Deux mots de rappel sur la position de la question.

» L'élasticité musculaire peut être envisagée dans deux conditions différentes :

» 1° *Sur le muscle mort : a*, après la disparition de la rigidité cadavérique; *b*, pendant la rigidité cadavérique; *c*, avant qu'il soit saisi par la rigidité cadavérique.

» 2° *Sur le muscle vivant : a*, en état de repos; *b*, en état de contraction.

» C'est exclusivement l'*élasticité du muscle vivant, en état de contraction*, qui a été visée par mes recherches.

» Cette force élastique, subitement engendrée dans le muscle qui entre en activité, est nécessairement proportionnelle à cette activité.

» Dans le muscle en contraction statique pour soutenir une charge, l'élasticité créée en vue de ce résultat répond à deux destinations; elle équilibre deux puissances antagonistes : 1° une puissance *extérieure*, l'action de la pesanteur qui sollicite la chute de la charge; 2° une puissance *intérieure*, c'est-à-dire la résistance que le muscle, tendu par la charge, oppose à son raccourcissement et à son épaississement.

» Si le muscle soutient la charge en se contractant sans se raccourcir, la tension élastique qu'éprouve l'organe répond seulement à la première destination, c'est-à-dire au rôle *extérieur* du muscle. Il ne s'y développe que de l'*élasticité effective*, nécessairement proportionnelle à la charge.

» Si le muscle est plus ou moins raccourci, pendant le soutien de la charge, il s'ajoute à cette *élasticité*, dont *l'effet extérieur* se traduit par ce soutien même, la force élastique destinée à vaincre d'abord, à équilibrer ensuite, la résistance *intérieure* du tissu musculaire, résistance qui est fonction du produit de la charge par le degré de raccourcissement du muscle.

» La *force élastique totale*, constituée avec ces deux éléments, au sein du muscle en *contraction statique*, manifeste les caractères qui viennent de leur être attribués dans la dépense énergétique d'où procède cette création d'élasticité totale.

» Ainsi, l'échauffement du muscle, *témoin final de cette dépense énergétique,* obéit aux lois suivantes :

» 1° *A charge égale, l'échauffement est sensiblement proportionnel au degré de raccourcissement qu'affecte le muscle contracté;*

» 2° *A raccourcissement égal, l'échauffement est proportionnel à la charge soutenue;*

» 3° D'où il résulte que *l'échauffement est fonction du produit de la charge par le raccourcissement musculaire.*

» De même en est-il quand on considère, non pas le *témoin final,* mais le *témoin initial* de cette dépense énergétique, c'est-à-dire l'*oxygène absorbé* dans l'opération des *échanges respiratoires.*

» Les expériences par lesquelles on s'en est assuré ont reproduit exactement celles qui avaient servi à la mesure relative de la production calorique. Seulement, au lieu de mesurer l'échauffement musculaire, on a déterminé l'activité des échanges respiratoires avec la méthode, l'instrumentation et les procédés usuellement employés dans mon laboratoire. Le tout est maintenant assez connu pour qu'il soit inutile d'en parler de nouveau.

» Voici sur l'institution des expériences les quelques notions qu'il est indispensable de posséder :

» 1° Les expériences ont porté exclusivement sur les fléchisseurs de l'avant-bras, soutenant des charges variées, sous différents angles de flexion. C'est la flexion à angle droit qui est considérée comme la position type, à laquelle on rapporte les autres, avec flexion plus grande (+) ou moins grande (—).

» 2° Le soutien des charges a toujours duré deux minutes.

» 3° Les gaz de la respiration ont été recueillis, avec l'appareil à dérivation proportionnelle, non seulement pendant ces deux minutes de travail statique, mais encore pendant trois minutes après.

» 4° On les a recueillis également pendant cinq minutes de repos complet, soit avant, soit après le travail, pour obtenir le repère à l'aide duquel on détermine la suractivité provoquée dans les échanges par l'état d'activité des muscles.

» Quatre séries d'expériences ont été faites dans les conditions suivantes :

» A. *Séries simples :*

» 1° Soutien d'une charge constante avec raccourcissement musculaire variable.

» 2° Soutien d'une charge variable avec raccourcissement musculaire constant.

» B. *Séries complexes.* — 1° Charge et raccourcissement musculaire variant dans le même sens.

» 2° Charge et raccourcissement musculaire variant en sens inverse.

» La présente Note est destinée à exposer les résultats obtenus dans les séries simples.

Première série. — *Charge constante, raccourcissement musculaire variable.*

» L'avant-bras soutenait un poids de 5^{kg} dans trois positions différentes : *a*, l'avant-bras fléchi à angle droit; *b*, l'avant-bras fléchi de 20° au-dessus de l'angle droit; *c*, l'avant-bras fléchi de 20° au-dessous.

		CO^2 exhalé.	Excès de CO^2 dû au travail.	O^2 absorbé.	Excès de O^2 dû au travail.	Quotient respiratoire.
		cc	cc	cc	cc	
A. Expérience n° 1. (juillet 1896)	Repos	859	»	1154	»	74,3
	Soutien à — 20°	1044	185	1366	212	76,0
	Repos	770	»	1021	»	75,4
	Soutien à 0° (angle droit)	1108	338	1365	344	81,2
	Repos	718	»	962	»	74,6
	Soutien à + 20°	1095	371	1322	360	82,6
B. Expérience n° 2. (juillet 1896).	Repos	844	»	1037	»	81,4
	Soutien à — 20°	1156	312	1377	340	83,9
	Repos	780	»	960	»	81,2
	Soutien à 0° (angle droit)	1179	399	1372	412	85,9
	Repos	751	»	926	»	81,0
	Soutien à + 20°	1279	528	1337	511	89,0
C. Expérience n° 3. (juillet 1896).	Repos	922	»	1229	»	75,0
	Soutien à — 20°	1284	262	1443	214	82,0
	Repos	936	»	1196	»	78,2
	Soutien à 0° (angle droit)	1296	360	1506	310	86,0
	Repos	902	»	1153	»	78,2
	Soutien à + 20°	1345	443	1504	351	89,4
D. Suractivité des échanges pendant le travail. Moyenne des trois expériences.	Soutien à — 20°	»	253	»	283	»
	Soutien à 0° (angle droit)	»	263	»	355	»
	Soutien à + 20°	»	449	»	407	»
E. Moyennes rapportées à l'unité.	Soutien à — 20°	»	1,00	»	1,00	»
	Soutien à 0° (angle droit)	»	1,44	»	1,25	»
	Soutien à + 20°	»	1,77	»	1,44	»
F. Autres moyennes d'après l'ensemble des expériences analogues contenues dans les autres séries.	Soutien à — 20°	»	1,00	»	1,00	»
	Soutien à 0° (angle droit)	»	1,31	»	1,39	»
	Soutien à + 20°	»	1,63	»	1,58	»

» Conclusion de cette première série d'expériences. — *Les quantités d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé, c'est-à-dire l'énergie dépensée, pour le soutien d'une charge, croissent avec le raccourcissement musculaire, bien que la charge reste constante.*

DEUXIÈME SÉRIE. — *Charge variable, raccourcissement musculaire constant.*

» L'avant-bras, constamment fléchi à angle droit, soutenait les charges 1666gr (nº 1), 3333gr (nº 2) et 5000gr (nº 3) qui sont entre elles comme les chiffres 1, 2, 3.

		CO^2 exhalé.	Excès de CO^2 dû au travail.	O^2 absorbé.	Excès de O^2 dû au travail.	Quotient respiratoire.
		cc	cc	cc	cc	
A. Expérience nº 4 (juillet 1896).	Repos	890	»	1128	»	78,9
	Soutien de la charge nº 1	1079	189	1316	188	82,0
	Repos	864	»	1107	»	78,0
	Soutien de la charge nº 2	1213	349	1482	375	81,8
	Repos	785	»	1029	»	76,3
	Soutien de la charge nº 3	1272	487	1563	534	81,4
B. Expérience nº 5 (juillet 1896).	Repos	982	»	1214	»	80,8
	Soutien de la charge nº 1	1148	166	1398	184	82,1
	Repos	917	»	1132	»	81,0
	Soutien de la charge nº 2	1138	221	1338	206	85,0
	Repos	964	»	1189	»	81,1
	Soutien de la charge nº 3	1319	354	1503	314	87,7
C. Expérience nº 6 (juillet 1896).	Repos	549	»	716	»	76,3
	Soutien de la charge nº 1	635	86	779	60	81,5
	Repos	614	»	794	»	77,4
	Soutien de la charge nº 2	812	198	937	143	86,7
	Repos	584	»	754	»	77,4
	Soutien de la charge nº 3	849	263	980	226	86,6
D. Expérience nº 7 (juillet 1896).	Repos	616	»	787	»	78,2
	Soutien de la charge nº 1	657	41	833	46	78,9
	Repos	630	»	709	»	88,8
	Soutien de la charge nº 2	719	89	802	93	89,7
	Repos	656	»	769	»	85,3
	Soutien de la charge nº 3	867	211	970	201	89,4
E. Suractivité des échanges pendant le travail. Moyennes des 4 expériences de la série.	Soutien de la charge nº 1	»	120	»	119	»
	» nº 2	»	214	»	204	»
	» nº 3	»	329	»	319	»
F. Moyennes rapportées à l'unité.	Soutien de la charge nº 1	»	1,0	»	1,0	»
	» nº 2	»	1,8	»	1,7	»
	» nº 3	»	2,7	»	2,7	»

» CONCLUSION DE LA DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — *L'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé, c'est-à-dire l'énergie mise en jeu, pour le soutien d'une charge, s'accroissent sensiblement de la même manière que cette charge.*

» Voilà les résultats qui sont obtenus quand on se place dans les conditions simples des deux premières séries d'expériences, pour étudier, par les échanges respiratoires, les rapports de la contraction statique des muscles avec l'énergie qu'elle mobilise.

» D'après ces résultats, les variations des échanges respiratoires suivent exactement celles de l'échauffement musculaire (¹). Les unes et les autres se superposent, d'une manière remarquable, aux variations que les changements, dans le poids de la charge ou le degré de raccourcissement du muscle, font éprouver à la force élastique communiquée à ce dernier par l'état de contraction.

» Cette superposition constitue l'une des raisons qui permettent de considérer la force élastique que le travail physiologique du muscle crée dans son tissu comme un représentant équivalent de l'énergie consacrée à cette création. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Hippopotames fossiles de l'Algérie.* Note de M. **A. Pomel.**

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie de la monographie des Hippopotames quaternaires fossiles de l'Algérie. Les espèces sont multiples. Il y a longtemps qu'on avait signalé des ossements de ce genre en Berbérie et on les avait attribués à l'espèce de Cuvier, *H. major*, si commune en Europe. M. Gaudry eut, le premier, à faire connaître un *H. hipponensis* des environs de Bône, qui paraissait devoir être rapporté au sous-genre Hexaprotodon. Des matériaux plus complets ont montré que c'était un simple Tétraprotodon, mais bien distinct des espèces connues par la presque égalité de ses quatre paires d'incisives inférieures; elle est du quaternaire ancien.

» Une autre espèce du quaternaire récent de Terssifine a au contraire l'incisive externe très réduite et accolée d'une façon très serrée contre l'interne. Les canines n'ont que des cannelures espacées. Le collet des molaires supérieures est fortement lobulé; c'est une espèce bien distincte, que j'ai nommée *H. sirensis*, du nom du fleuve Sira (Habra).

» Une troisième espèce *H. icosiensis*, trouvée également dans le terrain quaternaire récent, près d'Alger (Icosium), est remarquable par les

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 19. *Le travail musculaire*, etc., p. 100 et suiv.

fortes cannelures rapprochées de ses canines inférieures. Elle s'est également rencontrée près de la Tafna. La tête que nous connaissons entière a son chanfrein assez convexe et les arcades zigomatiques peu écartées. J'ai pu figurer de nombreuses pièces de son squelette.

» Enfin, je mentionne et figure des dents canines du bas Nil, qui pourraient se rapporter, d'après leur taille, à l'*Hippopotamus annecten* de Falconner, non décrit, mais ainsi dénommé parce qu'il aurait une taille intermédiaire à l'espèce vivante et à l'*Hippopotamus Pentlandi* fossile des îles méditerranéennes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Monteil** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « L'eau dans la nature; électricité et magnétisme; théorie magnétique du mouvement de la Terre ».

(Commissaires : MM. Faye, Fouqué, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter des listes de candidats pour trois places d'Astronome titulaire, actuellement vacantes à l'Observatoire de Paris.

MM. **Baudran**, **Benoit**, **Bertin-Sans**, **Bouvault**, **Cacheux**, **Chapuis**, **Delebecque**, le Dr **R. Dubois**, **Mathias-Duval**, **Guillaume**, **Guye**, **Hébert**, **Henneguy**, **Ch. Janet**, le Dr **Joachimsthal**, **Joannès**, **Lallemand**, **Lastrowsky**, **Maillet**, **Matignon**, **Oudin** et **Barthélemy**, le Prince **Henri d'Orléans**, **Paul Painlevé**, **P. Puiseux**, **Raynaud**, **B. Renault**, **Schwerer**, **Toutée**, **de Vaussan**, **Valson**, la Compagnie d'assurances **la Nationale**, adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Nebuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris.* Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Lœwy.

« Comme les nébuleuses nouvelles dont on a déjà donné la position (*Comptes rendus,* t. CV, p. 926 et 1116; t. CXII, p. 647, 703 et 848), les suivantes ont été découvertes avec l'équatorial de la tour de l'Ouest, de $0^m,31$ d'ouverture. Elles ont été trouvées principalement dans les années de 1891 à 1895.

» Pour la notation des grandeurs, j'appelle 13,5 l'éclat des objets qui, dans l'instrument employé, sont à l'extrême limite de visibilité. Par suite, il peut y avoir doute, sinon sur l'existence, du moins sur le caractère nébuleux des objets dont la grandeur indiquée est 13,5; il en est de même pour les amas très faibles et pour les nébulosités qui accompagnent parfois certaines étoiles.

» Voici la signification des principales abréviations employées :

N.G.C. = *New general Cat. of Nebulæ...*, par J.-L.-E. Dreyer.
p = angle de position, compté comme pour les étoiles doubles.
d = distance.
Gr. est l'abréviation de *grandeur*.

Numéros.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	
245.	$0^h.29^m.30^s$	$66°.48'$	Gr. 13,4; elle est très voisine de 169 N.G.C., par rapport à laquelle elle se trouve vers $p = 166°$, $d = 0',5$. L'ensemble forme donc une nébuleuse double nouvelle.
246.	1.17.37	89. 7	Gr. 13,4. Objet assez nébuleux, de 20″-25″ de diamètre, avec condensation centrale demi-stellaire et qui ressort assez bien.
247.	1.24.43	55,24	Étoile de gr. 13,2, autour de laquelle on a cru soupçonner quelques traces de nébulosité.
248.	1.42.39	54.46	Néb. de gr. 13,3 ou 13,3-13,4, de 40″ à 50″ de diamètre, avec condensation de 12″ de diamètre et qui paraît formée par plusieurs points stellaires dispersés.
249.	1.43.29	54.27	Objet de gr. 13,4-13,5 formé par des traces de nébulosité avec 3 ou 4 étoiles très faibles et dispersées.
250.	1.45.32	77.59	Gr. 13,4, de 30″ à 40″ de diamètre, assez diffuse, avec condensation centrale faible, un peu stellaire, et qui ressort légèrement. Pourrait être 716 N.G.C., qu'on n'a pu trouver, mais avec une erreur de 20′ en déclinaison.

Numéros.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	
	h m s	° ′	
251.	2.19.41	44.40	Gr. 13,3, 20″ de diamètre, avec condensation demi-diffuse, assez granuleuse, qui ressort légèrement. Une étoile 13,1-13,2 est vers $p = 282°$, $d = 0',5$.
252.	2.28.49	99.11	Gr. 13,4-13,5. Objet assez fortement stellaire, qui a paru un peu nébuleux.
253.	3. 0.20	51.52	Néb. très diffuse et très faible (13,4-13,5-13,5), d'environ 1′ de diamètre, sans noyau.
254.	3. 1. 3	94.56	Gr. 13,3-13,4, assez petite et assez stellaire, de 10″ à 15″ de diamètre. Une ★ 13,0 est vers $p = 180°$ $d = 1',2$.
255.	3. 1.16	94.48	Gr. 13,3, assez stellaire, 20″ de diamètre. Une étoile 12,3 est vers $p = 160°$, $d = 1'$. Pourrait être 1221 N.G.C., avec une erreur de 20ˢ en ascension droite.
256.	3. 1.20	94.40	Gr. 13,2, 25″ de diamètre, avec condensation centrale, assez stellaire, et qui ressort bien. Pourrait être 1223 N.G.C., avec une erreur de 40ˢ en ascension droite.
257.	3. 1.48	94.38	Gr. 13,3-13,4. Petite nébuleuse arrondie, 10″ à 15″ du diamètre, avec point central assez fortement stellaire. Pourrait être 1225 N.G.C., avec une erreur de 30ˢ en ascension droite.
258.	3.11.58	55.13	Entrevue seulement, par Ciel un peu médiocre.
259.	4.16.14	18.24	Gr. 13,5. Traces de nébulosité insaisissable à cause de son extrême faiblesse.
260.	4.23.59	96. 6	Gr. 13,4-13,4-13,5, assez étendue, peut-être 1′ de diamètre, très diffuse, légèrement plus brillante dans la partie centrale, sans condensation bien marquée.
261.	4.50.56	105.31	Gr. 13,3, arrondie, 30″ de diamètre, plus brillante au centre, avec condensation assez stellaire, un peu diffuse, qui ressort assez bien. Une étoile 9,5 est très voisine, à $p = 130°$, $d = 1',3$.
262.	5. 9.36	51.58	Gr. 13,4-13,5, nettement nébuleuse. Elle a été trouvée le 8 décembre 1890 et avait d'abord été prise pour la comète Spitaler (1890 VII).
263.	5.29. 6	108. 2	Petit amas de grandeur 13,3 et d'environ 12″ de diamètre; aspect nébuleux.
264.	6.50.20	14.27	Gr. 13,4 ou 13,4-13,5 diffuse, de 35″ à 40″ de diamètre, avec condensation diffuse, légèrement stellaire, et qui ressort très faiblement.
265.	6.50.21	54.32	Objet un peu nébuleux, de gr. 13,4-13,5, d'environ 1′ de diamètre et d'aspect granuleux.
266.	7. 0.19	39.39	Gr. 13,4, de 10″ à 15″ de diamètre; assez stellaire. Pourrait être un petit amas. Doit être identique à 464 N.G.C. (Supplément).
267.	7. 1.58	24.49	Objet assez stellaire, et qui paraît formé par une étoile 13,2

Numéros.	Ascension droite. 1860,0. h m s	Distance polaire. 1860,0. ° ′	
			accompagnée de nébulosité très faible, d'environ 20″ de diamètre.
268.	7.44.12	29.20	Gr. 13,4, diffuse, 30″ de diamètre environ, un peu plus brillante vers le centre, avec légère condensation qui ressort faiblement.
269.	8.32.33	15.58	Gr. 13,3, 15″ de diamètre, assez diffuse, un peu plus brillante vers le centre, avec condensation qui ressort légèrement.
270.	8.38.35	16. 1	Assez brillante (Classe II), 40° à 50° de diamètre, avec condensation assez diffuse, de 5″-7″ de diamètre et qui ressort assez fortement. Peut-être identique à 520 N.G.C. (Supplément).
271.	8.47.45	50. 5	Gr. 13,4, 25″ de diamètre, un peu plus brillante vers le centre, avec condensation assez diffuse, et qui ressort assez bien.
272.	8.59.28	16. 0	Petit amas de 5 à 6 étoiles de gr. 12,8 ou plus faibles, et contenues dans un cercle de 1′,5 de diamètre.
273.	9. 1. 1	15.58	Gr. 13,3, presque complètement stellaire, mais qui ne présente pas la vivacité des objets voisins de même éclat.
274.	9. 5.14	59.25	Néb. de gr. 13,3, un peu diffuse, assez stellaire, de 20″ de diamètre, avec condensation centrale stellaire et qui ressort fortement.
275.	9.19.11	66.22	Étoile de gr. 13,4 entourée de nébulosité d'environ 10″ de diamètre. Elle est distincte de B 154 = 538 N.G.C. (Supplément).
276.	9.39.35	83.38	Objet excessivement faible qui paraît nébuleux et qui exigerait un instrument plus puissant.
277.	10. 9.33	48.11	Gr. 13,3, de 12″ à 15″ de diamètre, nettement nébuleux, avec condensation centrale qui ressort assez fortement.
278.	10.35.16	84.13	Gr. 13,3. Objet nettement nébuleux d'environ 25″ de diamètre. Une étoile 11-11,5 (située vers $p = 300°$, $d = 0',8$) gêne beaucoup pour l'apercevoir. Une étoile 13, plus voisine encore, gêne aussi.
279.	10.40.35	56.20	Gr. 13,3. Paraît être une nébuleuse double. L'ensemble, allongé vers $p = 98°$, a 1′,4 de long sur 0′,7 de large. La composante, qui passe la dernière, paraît un peu plus brillante et un peu plus étendue.
280.	10.44.21	56.11	Gr. 13,3, de 30″ de diamètre, légèrement plus brillante vers le centre, sans noyau. Une étoile de gr. 13,0 très voisine (vers $p = 270°$, $d = 25''$) gêne les mesures de cette nébuleuse.
281.	10.54.22	61.29	Objet qui paraît un peu nébuleux. Il faudrait un instrument plus puissant pour décider s'il l'est réellement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations des systèmes différentiels.* Note de M. **Etienne Delassus**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note antérieure, j'ai donné une forme canonique des systèmes différentiels quelconques et un théorème général analogue à celui de Cauchy. Je me propose de montrer ici que ce théorème, par cela même qu'il précise les arbitraires dont dépend l'intégrale générale, permet de déduire d'un même point de vue plusieurs des résultats obtenus jusqu'ici.

» Convenons, pour abréger, d'appeler *arbitraires du genre* μ les fonctions arbitraires de μ variables, les constantes arbitraires étant des arbitraires de genre o. Convenons aussi d'appeler *systèmes de première espèce* les systèmes dont l'intégrale générale ne renferme que des arbitraires de genre o.

» Soit Σ un système dont l'intégrale générale renferme

$$\Gamma_0, \quad \Gamma_1, \quad \ldots, \quad \Gamma_\nu$$

arbitraires des genres o, 1, ..., ν.

» Appelons degré d'indétermination de Σ l'ensemble des nombres Γ_0, $\Gamma_1, \ldots, \Gamma_\nu$, représentons-le par $\mathcal{D}$, et disons que l'on a

$$\mathcal{D}' > \mathcal{D},$$

s'il existe un nombre $\mu \leqq \nu$ tel que

$$\Gamma'_\nu = \Gamma_\nu, \qquad \ldots, \qquad \Gamma'_{\mu+1} = \Gamma_{\mu+1}, \qquad \Gamma'_\mu > \Gamma_\mu.$$

» L'intégration d'un système devra être considérée comme d'autant plus compliquée que son degré d'indétermination sera plus grand.

» Étant donné un système canonique Σ, les propriétés des ensembles canoniques montrent que, si on lui ajoute de nouvelles équations de façon à former un nouveau système canonique Σ', on aura forcément

$$\mathcal{D}' < \mathcal{D}.$$

» Si donc, on connaît des équations complémentaires contenant des arbitraires convenables, on aura simplifié l'intégration de Σ puisqu'on sera ramené à celle de Σ'.

» *Première transformation.* — Soit Σ canonique d'ordre n. Prolongeons-le jusqu'à un ordre arbitraire n', ou soit alors N' le nombre d'équa-

tions de cet ordre qui manquent pour qu'il soit de première espèce. Ajoutons à Σ p équations d'ordre n'

$$f_1 = 0, \qquad \ldots, \qquad f_p = 0$$

et écrivons qu'en formant Σ' on n'aura jamais d'équations d'ordre inférieur ou égal à n' autres que celles de Σ et les équations $f = 0$. Nous aurons, pour déterminer les f, un système σ d'équations aux dérivées partielles qui est plus compliqué que Σ. *Ce système σ est toujours compatible, son intégrale générale contient plus d'arbitraires qu'il n'en faut pour que Σ' puisse donner toutes les intégrales de Σ. Pour ramener l'intégration de Σ à celle de Σ', il suffit de savoir calculer les intégrales de σ qui correspondent à des fonctions initiales très restreintes, intégrales qui existent sûrement. Si l'on sait intégrer Σ, on en déduit l'intégrale générale de σ par des calculs algébriques.*

Si Σ' est de première espèce, l'intégration de Σ sera achevée; sinon, elle sera simplifiée.

» Si l'on applique le cas de $p = 1$ aux systèmes du premier ordre à une inconnue, on retrouve la méthode de Jacobi et Mayer.

» Si l'on applique le même cas, qui est d'ailleurs le seul possible, aux systèmes pour lesquels on a $N = 1$, c'est-à-dire aux systèmes dont l'intégrale générale dépend d'une seule fonction arbitraire d'un seul argument, σ est un système linéaire et homogène à une seule inconnue; il s'intègre, comme l'on sait, par des équations différentielles ordinaires et il en est de même de Σ' qui est alors de première espèce, de sorte qu'on retrouve un résultat dû à M. Beudon.

» Appliquons au cas $p = N'$. Σ' sera de première espèce. Si l'on sait trouver l'intégrale particulière de σ dont il a été parlé plus haut, on saura intégrer Σ par des équations différentielles ordinaires et l'on en déduira toutes les autres intégrales de σ par des calculs algébriques. Donc :

» *Tout système canonique Σ permet de former une infinité de systèmes caniques σ, tels que, si l'on en connaît une intégrale particulière convenable, on puisse en déduire l'intégrale générale par des intégrations d'équations différentielles ordinaires.*

» *La connaissance de cette intégrale particulière pour un quelconque des systèmes σ permet d'intégrer tous les autres et Σ par des équations différentielles ordinaires.*

» *A tout système Σ dont on sait trouver l'intégrale générale correspond une infinité de systèmes σ de plus en plus compliqués que l'on sait intégrer complètement.*

» Nous avons imposé aux équations $f=0$ la condition que Σ' ait des intégrales dépendant d'un certain nombre de constantes arbitraires. Plus généralement on peut imposer aux f la condition que Σ' ait un degré d'indétermination $\mathbb{D}'$ donné à l'avance. On tombe aussi sur un système σ qui peut être incompatible ou n'avoir pas un degré d'indétermination suffisant pour que toutes les intégrales de Σ puissent être fournies par Σ'. En prenant le cas le plus favorable, c'est-à-dire en prenant une seule équation f et donnant à $\mathbb{D}'$ sa plus petite valeur qui correspond à

$$\Gamma'_1 = 1, \qquad \Gamma'_2 = \Gamma'_3 = \ldots = 0,$$

on retombera sur la méthode de M. Darboux.

» *Deuxième transformation.* — Au lieu de chercher la forme des fonctions f, on peut se la donner à l'avance, mais faire dépendre ces fonctions de nouvelles inconnues z'_1, z'_2, ... et de certaines de leurs dérivées. En exprimant les conditions imposées à Σ', on trouvera un système σ' aux inconnues z'. On est ainsi conduit à ce qu'on pourrait appeler la transformation par changement d'inconnues. Le cas le plus simple est celui où les équations complémentaires sont de la forme $\varphi_i = z'_i$, les φ ne dépendant que des z. Ces équations ajoutées à Σ donneront toujours un système compatible Σ'.

» Le degré d'indétermination de σ' sera au plus égal à celui de Σ et sera d'autant plus petit que celui de Σ' sera plus grand. Si donc Σ' n'est pas canonique et de première espèce, on aura une réduction de Σ.

» En particulier, si Σ est linéaire par rapport aux z et à leurs dérivées, et si la méthode de M. Darboux donne une fonction f linéaire par rapport aux z et à leurs dérivées, on peut, par la transformation $f = z'$, montrer qu'elle donnera la solution complète en résolvant un système σ' moins compliqué que Σ. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une série relative à la théorie des équations différentielles linéaires à coefficients périodiques.* Note de M. **A. Liapounoff**, présentée par M. E. Picard.

« Considérons l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} + p(x)y = 0, \tag{1}$$

en supposant que x est une variable réelle et que $p(x)$ est une fonction continue et *périodique* de x à période ω.

» On sait que, pour la théorie de cette équation, est d'une grande importance la considération d'une constante, qu'on peut définir par la formule

$$A = \frac{1}{2}[f(\omega) + \varphi'(\omega)],$$

en désignant, par $f(x)$ et $\varphi(x)$, deux solutions de l'équation (1) satisfaisant aux conditions

$$f(0) = 1, \quad f'(0) = 0; \quad \varphi(0) = 0, \quad \varphi'(0) = 1.$$

» On sait, en effet, que, si l'on pose

$$\rho = A + \sqrt{A^2 - 1}$$

et que l'on fasse abstraction du cas particulier $A^2 = 1$, l'intégrale générale de cette équation est de la forme

$$y = C_1 \rho^{\frac{x}{\omega}} F_1(x) + C_2 \rho^{-\frac{x}{\omega}} F_2(x),$$

C_1, C_2 étant des constantes arbitraires et $F_1(x)$, $F_2(x)$ des fonctions continues et périodiques de x à période ω.

» C'est de la considération de la constante A que dépend principalement cette question importante, si les solutions de l'équation (1) sont des fonctions limitées, la variable x pouvant recevoir toutes les valeurs positives et négatives. On voit que, A étant une constante réelle satisfaisant à l'inégalité $A^2 < 1$, toutes les solutions de l'équation (1) sont limitées. Dans les autres cas, sauf peut-être celui où $A^2 = 1$, elles ne jouissent pas de cette propriété.

» Pour le calcul approximatif de A on a plusieurs méthodes, parmi lesquelles il y en a une dont je me suis occupé particulièrement. Cette méthode consiste à représenter la constante A par une série, qu'on obtient en remplaçant l'équation (1) par celle-ci

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \mu p(x) y = 0,$$

μ étant un paramètre arbitraire, et en développant A suivant les puissances croissantes de μ, pour poser ensuite $\mu = 1$. On arrive de cette manière à la série

$$(2) \qquad A = 1 - A_1 + A_2 - A_2 + \ldots$$

toujours convergente, dont les termes peuvent être représentés par des intégrales multiples. Pour A_1 on a cette expression simple

$$A_1 = \frac{\omega}{2} \int_0^\omega p(x)\, dx.$$

» Quant aux termes suivants, on aura, en posant

$$\int p(x)\,dx = \mathrm{P}(x), \qquad \int_0^\omega p(x)\,dx = \Omega$$

et en faisant, pour simplifier l'écriture, $\mathrm{P}(x_i) = \mathrm{P}_i$, cette formule générale

$$\mathrm{A}_n = \frac{1}{2}\int_0^\omega dx_1 \int_0^{x_1} dx_2 \ldots \int_0^{x_{n-1}} (\Omega - \mathrm{P}_1 + \mathrm{P}_n)(\mathrm{P}_1 - \mathrm{P}_2)(\mathrm{P}_2 - \mathrm{P}_3)\ldots(\mathrm{P}_{n-1} - \mathrm{P}_n)\,dx_n.$$

» Dans le Mémoire *Le problème général de la stabilité du mouvement* (Kharkow, 1892) j'ai considéré la série (2) dans la supposition que $p(x)$ est une fonction réelle conservant toujours le même signe. Le cas le plus intéressant est celui de $p(x)$ positive. On voit que, dans ce cas, tous les A_n sont positifs, en sorte que la série (2) a ses termes alternativement positifs et négatifs. Mais il y a plus : on peut obtenir, dans ce cas, l'inégalité

$$\mathrm{A}_{m+n} < \frac{1.2.3\ldots m.1.2.3\ldots n}{1.2.3\ldots(m+n)}\mathrm{A}_m\mathrm{A}_n$$

qui donne

$$\mathrm{A}_n < \frac{\mathrm{A}_1}{n}\mathrm{A}_{n-1}$$

et qui fait ainsi voir qu'à partir d'un certain rang les termes de ladite série vont constamment en décroissant en valeurs absolues, circonstance très importante pour les calculs numériques. Si l'on a $\mathrm{A}_1 \leqq 2$, cette circonstance se présente déjà dès le deuxième terme et la série (2) conduit à l'inégalité $\mathrm{A}^2 < 1$. On arrive ainsi à la proposition suivante, que j'avais déjà indiquée dans le Mémoire cité :

» *Si la fonction $p(x)$, ne recevant que des valeurs positives ou nulles, vérifie la condition*

$$\omega\int_0^\omega p(x)\,dx \leqq 4,$$

on a pour l'équation (1) *l'inégalité* $\mathrm{A}^2 < 1$.

» Quant aux cas où la fonction $p(x)$ change de signe, on ne peut rien dire, en général, ni des signes des A_n, ni des valeurs de leurs rapports mutuels. Mais, dans un de ces cas, celui où $p(x)$ est une *fonction impaire*, on arrive à des résultats simples, analogues aux précédents. C'est sur ces résultats que je veux appeler ici l'attention.

» En supposant que $p(x)$ est une fonction impaire, on aura

$$\Omega = \int_0^\omega p(x)\,dx = 0,$$

et, par suite, $A_1 = 0$. Mais, dans ce cas, on aura aussi $A_n = 0$ pour toutes les valeurs impaires de n, de sorte que la série (2) se réduira à la suivante :

$$(3) \qquad A = 1 + A_2 + A_4 + A_6 + \ldots.$$

Or, ce que je veux surtout signaler dans cette Note, c'est que, dans le cas considéré, l'expression générale de A_{2n} se réduit à celle-ci

$$A_{2n} = (-2)^n \int_0^{\frac{\omega}{2}} dx_1 \int_0^{x_1} dx_2 \ldots \int_0^{x_{2n-1}} (P_1 - P_2)^2 (P_3 - P_4)^2 \ldots (P_{2n-1} - P_{2n})^2 \, dx_{2n}.$$

» On a là une transformation de l'intégrale multiple, qui a lieu toutes les fois que la fonction $P(x)$ vérifie l'égalité $P(\omega - x) = P(x)$.

» De cette expression de A_{2n} on conclut que, la fonction $p(x)$ étant réelle, *la série* (3) *a ses termes alternativement positifs et négatifs*. Mais l'analogie avec le cas de $p(x)$ positive va encore plus loin, puisque de ladite expression on peut déduire l'inégalité suivante

$$|A_{2m+2n}| < \frac{1.2.3\ldots m.1.2.3\ldots n}{1.2.3\ldots(m+n)} |A_{2m}| |A_{2n}|,$$

et comme il suit de là

$$|A_{2n}| < \frac{|A_2|}{n} |A_{2n-2}|,$$

on voit qu'à partir d'un certain rang les termes de la série (3) constamment décroissent en valeurs absolues. Si l'on a $|A_2| \leqq 2$, ce décroissement commence déjà dès le deuxième terme et l'on se trouve dans le cas de $A^2 < 1$. On parvient ainsi à la proposition suivante :

» *La fonction* $p(x)$ *étant réelle et impaire, soit*

$$\int p(x)\,dx = P,$$

la constante arbitraire étant déterminée de manière à avoir

$$\int_0^\omega P\,dx = 0.$$

» *Alors, si l'on a*

$$\omega \int_0^\omega P^2\,dx \leqq 4,$$

il est certain que la constante A *pour l'équation* (1) *vérifie l'inégalité* $A^2 < 1$.

» Il va de soi que cette proposition, ainsi que les conclusions précédentes concernant les valeurs des A_n, subsiste, si la fonction $p(x)$, au

lieu d'être impaire, vérifie une égalité de la forme

$$p(\alpha - x) + p(x) = 0,$$

α étant une constante quelconque.

» On trouvera la démonstration et le développement des résultats ci-dessus dans un Mémoire qui sera publié dans le tome VI des *Communications de la Société mathématique de Kharkow.* »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Appell.

« Soient $x_1, x_2, x_3; y_1, y_2, y_3$ les fonctions de la variable indépendante t, qui caractérisent le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini (variables de M. Clebsch).

» Soit T une forme quadratique définie positive de six variables x_1, x_2, x_3; y_1, y_2, y_3 à coefficients constants

$$a_j,\ b_j,\ A_j, \qquad (j = 1, 2, 3),$$
$$a_{i,k}, \qquad (i, k = 1, 2, 3).$$

» Posons

$$2T = 2T_1 + 2T_2 + 2T_3,$$
$$2T_1 = a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 + a_3 x_3^2 + 2b_1 x_2 x_3 + 2b_2 x_3 x_1 + 2b_3 x_1 x_2,$$
$$T_2 = \Sigma a_{i,k} x_i y_k, \qquad 2T_3 = A_1 y_1^2 + A_2 y_2^2 + A_3 y_3^2.$$

» On voit immédiatement que, A_1, A_2, A_3 *étant inégaux*, les équations de mouvement

$$(1)\quad \frac{dx_1}{dt} = x_2 \frac{\partial T}{\partial y_3} - x_3 \frac{\partial T}{\partial y_2}, \quad \frac{dy_1}{dt} = x_2 \frac{\partial T}{\partial x_3} - x_3 \frac{\partial T}{\partial x_2} + y_2 \frac{\partial T}{\partial y_3} - y_3 \frac{\partial T}{\partial y_2}, \quad \ldots$$

admettent une quatrième intégrale algébrique, si

$$2T = a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 + a_3 x_3^2 + 2a_{1,1} x_1 y_1 + 2a_{2,2} x_2 y_2 + 2a_{3,3} x_3 y_3 + A_1 y_1^2 + A_2 y_2^2 + A_3 y_3^2,$$

où

$$(2)\quad \begin{cases} a_{1,1} = \sigma A_2 A_3, & a_1 = \sigma^2 A_1 (A_2^2 + A_3^2), \\ a_{2,2} = \sigma A_3 A_1, & a_2 = \sigma^2 A_2 (A_3^2 + A_1^2), \\ a_{3,3} = \sigma A_1 A_2, & a_3 = \sigma^2 A_3 (A_1^2 + A_2^2). \end{cases}$$

σ est une constante quelconque.

» Cette intégrale sera de la forme

$$\sigma^2[(A_2-A_3)^2x_1^2+(A_3-A_1)^2x_2^2+(A_1-A_2)^2x_3^2]$$
$$-2\sigma(A_1x_1y_1+A_2x_2y_2+A_3x_3y_3)-(y_1^2+y_2^2+y_3^2)=\text{const.}$$

» C'est le cas d'intégrabilité que j'ai indiqué dans le Tome XLII des *Mathematische Annalen*.

» M. Liapounoff avait remarqué aussi qu'on peut remplacer les conditions (2) par les conditions plus générales

$$a_{1,1}=b+\sigma A_2A_3, \qquad a_1=a+\frac{(a_{2,2}-a_{3,3})^2}{A_1},$$
$$a_{2,2}=b+\sigma A_3A_1, \qquad a_2=a+\frac{(a_{3,3}-a_{1,1})^2}{A_2},$$
$$a_{3,3}=b+\sigma A_1A_2, \qquad a_3=a+\frac{(a_{1,1}-a_{2,2})^2}{A_3},$$

a, b, σ étant des constantes quelconques.

» En supposant que A_2-A_1, A_3-A_1 deviennent infiniment petites, b et σ infiniment grandes ($a_{1,1}$, $a_{2,2}$, $a_{3,3}$ conservant des valeurs invariables), il a obtenu un cinquième cas d'intégrabilité, défini par les conditions

$$(3)\quad \begin{cases} A_1=A_2=A_3=A, \\ a_1-\dfrac{(a_{2,2}-a_{3,3})^2}{A}=a_2-\dfrac{(a_{3,3}-a_{1,1})^2}{A}=a_3-\dfrac{(a_{1,1}-a_{2,2})^2}{A}. \end{cases}$$

» C'est un cas limite du cas précédent.

» Les équations (1) admettent dans ce cas l'intégrale suivante

$$a_{1,1}[(a_{2,2}+a_{3,3})x_1+Ay_1]^2$$
$$+a_{2,2}[(a_{3,3}+a_{1,1})x_2+Ay_2]^2+a_{3,3}[(a_{1,1}+a_{2,2})x_3+Ay_3]^2=\text{const.}$$

(Voir *Communications de la Société mathématique de Kharkow*, t. IV, Nos 1, 2; 1893.)

» Ces cas, indiqués par M. Liapounoff et moi, sont essentiellement différents de ceux de M. Clebsch.

» Il me semble cependant impossible de tirer les conditions (2) et (3) des conditions (a) et (b) données par M. Liouville dans une Note « Sur le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini », insérée dans le n° 21 (23 novembre 1896) des *Comptes rendus*. »

NOMOGRAPHIE. — *Sur l'emploi des systèmes réguliers de points cotés dans la représentation des équations.* Note de M. **M. d'Ocagne.**

« Nous avons, dans une précédente Communication [1] (7 décembre 1896), indiqué le critérium auquel on reconnaît qu'une équation de la forme

$$\text{(I)} \qquad A\alpha_1\alpha_2\alpha_3 + B_1\alpha_2\alpha_3 + B_2\alpha_3\alpha_1 + B_3\alpha_1\alpha_2 + C_1\alpha_1 + C_2\alpha_2 + C_3\alpha_3 + D = 0$$

est représentable par trois systèmes linéaires de points cotés, à savoir, en posant

$$\begin{aligned}\Delta = (&B_1C_1 + B_2C_2 + B_3C_3 - AD)^2 \\ &- 4(B_1C_1B_2C_2 + B_2C_2B_3C_3 + B_3C_3B_1C_1 - AC_1C_2C_3 - B_1B_2B_3D),\end{aligned}$$

que Δ soit supérieur ou égal à zéro.

» Si les points dont les cotes croissent par intervalles égaux sont régulièrement espacés sur la droite qui les supporte, le système est dit *régulier*. Au point de vue pratique ces systèmes réguliers ont une importance particulière; leur construction est, en effet, la plus simple qu'on puisse imaginer. Dès lors se pose ce second problème : *une équation* (I) *étant représentable par trois systèmes linéaires de points cotés peut-on, par une transformation homographique appropriée, faire en sorte que ces trois systèmes soient réguliers?*

» Si

$$uf_i(\alpha_i) + v\varphi_i(\alpha_i) + \psi_i(\alpha_i) = 0 \qquad (i = 1, 2, 3),$$

où f_i, φ_i, ψ_i sont des fonctions linéaires, est l'équation du système (α_i), l'équation (I) peut s'écrire

$$\begin{vmatrix} f_1 & \varphi_1 & \psi_1 \\ f_2 & \varphi_2 & \psi_2 \\ f_3 & \varphi_3 & \psi_3 \end{vmatrix} = 0.$$

» Multiplions-la par le déterminant

$$H = \begin{vmatrix} \lambda_1 & \mu_1 & \nu_1 \\ \lambda_2 & \mu_2 & \nu_2 \\ \lambda_3 & \mu_3 & \nu_3 \end{vmatrix}$$

---

[1] Voir p. 988.

supposé différent de zéro. Nous avons ainsi

$$\begin{vmatrix} \lambda_1 f_1 + \mu_1 \varphi_1 + \nu_1 \psi_1 & \lambda_2 f_1 + \mu_2 \varphi_1 + \nu_2 \psi_1 & \lambda_3 f_1 + \mu_3 \varphi_1 + \nu_3 \psi_1 \\ \lambda_1 f_2 + \mu_1 \varphi_2 + \nu_1 \psi_2 & \lambda_2 f_2 + \mu_2 \varphi_2 + \nu_2 \psi_2 & \lambda_3 f_2 + \mu_3 \varphi_2 + \nu_3 \psi_2 \\ \lambda_1 f_3 + \mu_1 \varphi_3 + \nu_1 \psi_3 & \lambda_2 f_3 + \mu_2 \varphi_3 + \nu_2 \psi_3 & \lambda_3 f_3 + \mu_3 \varphi_3 + \nu_3 \psi_3 \end{vmatrix} = 0.$$

» L'équation, écrite sous cette forme, conduit à trois nouveaux systèmes de points cotés. Écrivons l'équation du premier d'entre eux

$$u(\lambda_1 f_1 + \mu_1 \varphi_1 + \nu_1 \psi_1) + v(\lambda_2 f_1 + \mu_2 \varphi_1 + \nu_2 \psi_1) + \lambda_3 f_1 + \mu_3 \varphi_1 + \nu_3 \psi_1 = 0.$$

» Les coordonnées cartésiennes du point ainsi défini sont

$$x = \frac{(\lambda_2 - \lambda_1) f_1 + (\mu_2 - \mu_1)\varphi_1 + (\nu_2 - \nu_1)\psi_1}{(\lambda_1 + \lambda_2) f_1 + (\mu_1 + \mu_2)\varphi_1 + (\nu_1 + \nu_2)\psi_1},$$

$$y = \frac{-(\lambda_3 f_1 + \mu_3 \varphi_1 + \nu_3 \psi_1)}{(\lambda_1 + \lambda_2) f_1 + (\mu_1 + \mu_2)\varphi_1 + (\nu_1 + \nu_2)\psi_1}.$$

» Pour que le système soit régulier, il faut que le dénominateur de ces deux fractions soit *constant mais différent de zéro,* c'est-à-dire que le coefficient de α_1 y soit nul et le terme constant différent de zéro.

» Pour avoir trois systèmes réguliers, il faut donc pouvoir disposer des paramètres $\lambda_i, \mu_i, \nu_i (i = 1, 2, 3)$, de façon à satisfaire à cette double condition, pour chacun d'eux, tout en ayant pour H une valeur différente de zéro.

» Ce problème se trouve traité en détail dans la seconde partie du Mémoire qui est annoncé dans ma précédente Note. On peut en résumer la conclusion ainsi qu'il suit :

» *Les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une équation* (I), *à* Δ *non négatif, soit représentable par trois systèmes réguliers de points cotés, sont*

$$A = 0, \qquad \text{avec} \begin{cases} \text{soit } B_1 B_2 B_3 \neq 0, \\ \text{soit } B_1 = 0, \quad B_2 C_2 - B_3 C_3 \neq 0. \end{cases}$$

» *Si ces conditions ne sont pas remplies, deux des systèmes de points cotés peuvent être rendus réguliers, à moins que l'on n'ait à la fois*

$$A \neq 0, \quad AC_1 - B_2 B_3 = 0, \quad AC_2 - B_3 B_1 = 0, \quad AC_3 - B_1 B_2 = 0,$$

auquel cas un seul des trois systèmes peut être rendu régulier. »

MÉCANIQUE. — *Sur une machine thermique.*
Note de M. **Delsol.**

« Cette machine est destinée à recueillir le travail produit par le gaz qui se dégage d'une solution d'ammoniaque, quand on la chauffe. Elle se compose de : 1° une chaudière à la température absolue t; 2° un condenseur à la température absolue t'; 3° un mécanisme semblable à celui d'une machine à vapeur à détente et à condensation; 4° un appareil A à double circulation d'eau, dont nous indiquerons l'usage.

» La chaudière contient une solution ammoniacale saturée à la température t et sous la pression P; le condenseur, une solution ammoniacale saturée à la température t' et sous la pression P'; t et P, d'une part, t' et P', d'autre part, sont déterminés de manière que la solution contenue dans le condenseur soit plus riche que celle de la chaudière.

» On prend au condenseur, pour l'envoyer dans A, le poids de solution nécessaire pour qu'il s'en dégage dans la chaudière 1^{kg} d'ammoniaque. De A la solution passe dans la chaudière; l'ammoniaque se dégage et va dans le mécanisme, où elle agit d'abord à pleine pression, puis en se détendant adiabatiquement, jusqu'à ce qu'elle ait la pression P' du condenseur, où elle est alors envoyée. La solution appauvrie revient de la chaudière à A, où elle circule en sens inverse, et de là au condenseur, où elle redissout l'ammoniaque détendue. Le cycle est ainsi clos.

» A est disposé de manière que la chaleur perdue par la solution pauvre, quand elle revient de la chaudière au condenseur, soit complètement utilisée à rechauffer la solution riche qui va du condenseur à la chaudière. Cette dernière contenant plus d'ammoniaque, il faudra, pour la porter à la température de la chaudière, lui donner encore un supplément de chaleur que nous appellerons k.

» Cela posé, soient π la chaleur latente de vaporisation de l'ammoniaque à la température t, et α une quantité de chaleur telle que $\pi + \alpha$ soit égal à la chaleur qu'il faut dépenser pour séparer l'ammoniaque de l'eau, à la même température et sous la pression P. Supposons, ce qui est permis, que P soit égal à la tension maximum de l'ammoniaque pour la température t. La chaudière a fourni une quantité de chaleur égale à $\pi + \alpha + k$. Si ρ est le rendement de la machine, le travail produit est $\rho(\pi + \alpha + k)$.

» D'autre part, l'ammoniaque a parcouru le même cycle de Carnot que si

elle avait travaillé dans une machine à ammoniaque liquide, sauf que la période de compression adiabatique finale était supprimée et, avec elle, le travail résistant qui lui correspond. Le travail accompli est donc plus grand que $\pi\frac{t-t_0}{t}$, en appelant t_0 la température absolue d'un condenseur imaginaire dans lequel la tension de l'ammoniaque détendue serait égale à sa pression finale P'. On a donc

$$\rho(\pi+\alpha+k)>\pi\frac{t-t_0}{t},\qquad \text{d'où}\qquad \rho>\frac{\pi}{\pi+\alpha+k}\frac{t-t_0}{t};$$

ρ sera donc plus grand que $\frac{t-t'}{t}$, si l'on a

$$\frac{\pi}{\pi+\alpha+k}\frac{t-t_0}{t}\geqq\frac{t-t'}{t}.$$

» D'où

$$\frac{\pi}{\pi+\alpha+k}\geqq\frac{t-t'}{t-t_0}.$$

» Faisons $t=273+70$; $t'=273+30$. $P'=\frac{1}{2}$ atmosphère, ce qui donne

$$t_0=273-55.$$

» Alors

$$\frac{t-t'}{t-t_0}=\frac{40}{125}=\frac{32}{100}.$$

k est au plus égal à la chaleur nécessaire pour porter de 30° à 70° centigrades un kilogramme d'ammoniaque liquide. Il est donc certainement plus petit que 40 calories. D'après la Thermochimie, t étant égal à $273+15$, π serait égal à α et chacun d'eux à 260 calories; t devenant égal à $273+70$, π et α sont plus petits. A défaut de données précises, nous les supposerons encore égaux entre eux et prendrons pour leur valeur commune 230 calories.

Alors $\frac{\pi}{\pi+\alpha+k}$ sera plus grand que $\frac{230}{500}$ ou que $\frac{46}{100}$, et l'on aura bien : $\frac{46}{100}>\frac{32}{100}$.

» En faisant π et α égaux à 200 calories, $\frac{\pi}{\pi+\alpha+k}$ serait encore plus grand que $\frac{200}{440}$ ou que $\frac{5}{11}$, et l'on aurait $\frac{5}{11}>\frac{32}{100}$.

» Enfin, en supposant même α égal à 260 et π égal à 200, $\frac{\pi}{\pi+\alpha+k}$ serait plus grand que $\frac{200}{500}=\frac{40}{100}$, et l'on aurait encore $\frac{40}{100}>\frac{32}{100}$.

» Le rendement $\frac{t-t'}{t}$ n'est donc pas le rendement maximum d'une machine thermique fonctionnant entre les températures t et t'.

» Les valeurs données à t, t', P et P' sont compatibles avec les résultats connus des expériences, l'eau ne dissolvant à 70°, même sous les plus fortes pressions, que des quantités négligeables d'ammoniaque, tandis qu'à 30°, et sous la pression de $\frac{1}{2}$ atmosphère, elle en dissout encore une quantité considérable. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème des membranes vibrantes.* Note de M. **Le Roy**, présentée par M. Poincaré.

« On connaît l'équation des vibrations transversales d'une membrane élastique tendue :

$$\Delta z = \frac{\partial^2 z}{\partial t^2}. \tag{1}$$

Le problème d'intégration correspondant consiste à construire une fonction continue $z(x, y, t)$ s'annulant sur un contour fermé C, vérifiant l'équation (1) en tout point de l'aire plane A limitée par C, et telle que z et $\frac{\partial z}{\partial t}$ se réduisent pour $t = 0$ à des fonctions données $\varphi(x, y)$ et $\psi(x, y)$.

» J'ai montré (*Comptes rendus*, 28 janvier 1895) qu'il existe toujours une fonction $W(x, y, t)$ s'annulant sur C, vérifiant dans A l'équation de Fourier

$$\Delta W = \frac{\partial W}{\partial t}$$

et se réduisant pour $t = 0$ à une fonction donnée $f(x, y)$ assujettie seulement à être continue. En faisant usage des constantes ξ_i^2 et des fonctions correspondantes $U_i(x, y)$ définies par M. Poincaré (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, 1894), on a

$$W = \sum A_i U_i e^{-\xi_i^2 t}, \qquad A_i = \int_{(A)} f U_i \, d\omega.$$

La série n'est valable que pour $t > 0$. Néanmoins il est prouvé que W tend vers f lorsque t tend vers zéro.

» Cela étant, posons

$$a_i = \int_{(A)} \varphi U_i \, d\omega, \qquad b_i = \int_{(A)} \psi U_i \, d\omega$$

et considérons la fonction

$$z = \sum \left(a_i \cos \xi_i t + \frac{b_i}{\xi_i} \sin \xi_i t \right) U_i e^{-\xi_i^2 \theta}.$$

C'est une fonction de x, y, t, θ qui, pour $\theta > 0$, a des dérivées de tous les ordres. On a

$$\Delta z = \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} \quad (\text{dans A}), \qquad z = 0 \quad (\text{sur C}).$$

Pour $t = 0$, z et $\frac{\partial z}{\partial t}$ se réduisent à deux fonctions $U(x, y, \theta)$ et $V(x, y, \theta)$, qui s'annulent sur C, qui vérifient les équations

$$\Delta U = \frac{\partial U}{\partial \theta}, \qquad \Delta V = \frac{\partial V}{\partial \theta},$$

et qui, pour $\theta = 0$, deviennent égales à φ et ψ.

» On peut imaginer une suite convergente de valeurs de θ ayant zéro pour limite. Si θ_j est un terme de cette suite, la fonction z_j correspondante s'annule sur C et vérifie l'équation des membranes. Enfin, pour $t = 0$, z_j et $\frac{\partial z_j}{\partial t}$ se réduisent à U_j et V_j qui diffèrent aussi peu que l'on veut de φ et ψ, pourvu que θ_j soit suffisamment petit. J'ajoute que la convergence des suites U_j et V_j vers φ et ψ est uniforme si ces dernières fonctions sont nulles le long de C : c'est d'ailleurs ce qui a lieu dans le cas des membranes vibrantes.

» *Le problème des membranes vibrantes peut donc être regardé comme résolu au point de vue physique, en ce sens que l'on possède un moyen effectif de former une fonction continue z qui remplit les conditions prescrites, sauf que z et $\frac{\partial z}{\partial t}$, au lieu de se réduire rigoureusement pour $t = 0$ à des fonctions données, en approchent seulement autant qu'on veut.*

» On peut arriver au même résultat par une autre voie. Je me bornerai, bien que l'on puisse se placer dans des circonstances plus générales, au cas où $\psi \equiv 0$ et où φ s'annule sur C et possède des dérivées des deux premiers ordres.

» Reprenons la fonction W et posons

$$W' = \frac{\partial W}{\partial t}.$$

On constate facilement que W' s'annule sur C, satisfait à la même équation que W et se réduit à $\Delta\varphi$ pour $t = 0$ si W se réduit alors à φ. L'inégalité

$\Delta\varphi < \beta$ entraîne $|W'| < \beta$. La formule des accroissements finis donne

$$W(x, y, t) = \varphi(x, y) + tW'(x, y, t') \qquad (0 < t' < t).$$

D'où

$$|W - \varphi| < \frac{\varepsilon}{2} \qquad \left(\text{si } t < \frac{\varepsilon}{2\beta}\right).$$

» Prenons $t = t_0$, t_0 étant un nombre compris entre 0 et $\frac{\varepsilon}{2\beta}$. On peut encore choisir n assez grand pour que l'on ait

$$\left| W - \sum_1^n A_i U_i e^{-\xi_i^2 t_0} \right| < \frac{\varepsilon}{2}.$$

» Finalement

$$\left| \varphi - \sum_1^n B_i U_i \right| < \varepsilon, \qquad B_i = A_i e^{-\xi_i^2 t_0}.$$

» *Bien que l'on ne sache pas s'il est permis de développer φ en série procédant suivant les fonctions U_i, il est cependant possible (et d'une infinité de manières) de représenter cette fonction par une somme d'un nombre fini de termes de la forme $B_i U_i$, les B_i étant des constantes.* Posons maintenant

$$z = \sum_1^n B_i U_i \cos \xi_i t.$$

» *La fonction z résout le problème des membranes vibrantes avec telle approximation que l'on veut.*

» Soit ε_j le terme général d'une suite convergente de nombres positifs ayant zéro pour limite. Je viens de montrer qu'il est possible de construire une suite de fonctions z_j dont chacune vérifie l'équation des membranes et dont l'ensemble forme pour $t = 0$ une suite uniformément convergente ayant φ pour limite. *J'ajoute que l'on peut bien facilement démontrer la convergence uniforme de la suite z_j pour toute valeur de t.* On définit ainsi sans ambiguïté une fonction limite z qui est continue, qui s'annule sur C et qui se réduit à φ pour $t = 0$. *Cette fonction peut être représentée par une série absolument et uniformément convergente de fonctions vérifiant l'équation des membranes.*

» On peut remarquer que les théorèmes précédents justifient l'emploi en Physique de certaines séries analogues aux séries trigonométriques pour effectuer la représentation analytique des fonctions arbitraires, même lorsque la convergence de ces séries n'est pas prouvée ou n'a pas lieu. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Méthodes de calcul en Électromagnétisme.* Note de M. VASCHY.

« Je reviens sur le sujet de ma Note (¹) du 14 décembre pour indiquer des méthodes de calcul exactes. Je suppose démontrées :

» 1° La formule de l'énergie W d'un champ magnétique quelconque, formule de Maxwell, donnée dans des Ouvrages français, mais peu utilisée,

$$W = \int_U \frac{kh^2}{8\pi} du;$$

U est le volume du champ, *du* un volume infiniment petit, *h* l'intensité du champ dans le volume *du*, *k* le pouvoir inducteur magnétique du milieu;

» 2° La formule du travail $\delta\mathfrak{T}_{ac}$, pendant le temps *dt*, des forces dues aux actions réciproques des aimants et des courants $\delta\mathfrak{T}_{ac} = \Sigma I\, \delta\Phi_a$, $\delta\Phi_a$ désignant la variation du flux moyen d'induction Φ_a dû aux aimants à travers le circuit I;

» 3° Celle du travail des forces magnétiques exercées par les courants sur les courants $\delta\mathfrak{T}_c = \frac{1}{2}\Sigma I\, \delta\Phi_c$, $\delta\Phi_c$ désignant la variation du flux d'induction à travers le circuit I créée par le déplacement des courants.

» Soit $\delta\mathfrak{T}_a$ le travail des forces réciproques des aimants.

» L'intensité *h* du champ est la résultante des intensités h_a et h_c du champ des aimants et du champ des courants. On a donc

$$W = \int_u \frac{kh_a^2}{8\pi} du + \int_u \frac{kh_c^2}{8\pi} du + \int_u \frac{kh_a h_c \cos(h_a h_c)}{4\pi} du.$$

Ces trois termes sont les énergies W_a du champ des aimants ($\delta\mathfrak{T}_a + \delta W_a = 0$) et W_c du champ des courants, et l'*énergie relative* W_{ac} des deux champs.

» *L'énergie relative des deux champs d'aimants et de courants est nulle.* Prenons dans le champ des courants un tube de flux d'induction à section infiniment petite; le flux d'induction $d\varphi$, constant à travers une section droite quelconque dS, est égal à $kh_c\, dS$. La chute de potentiel $V_A - V_B$ du

(¹) Dans une Note du 9 avril 1887 (*Lum. électr.*), où je signalais les mêmes erreurs, j'établissais la véritable analogie des courants et des feuillets au point de vue de l'énergie.

champ des aimants entre les bouts A et B du tube est égale à

$$\int_{A}^{B} h_a\, ds \cos(h_a h_c).$$

Pour ce tube, où $du = ds\, dS$, l'élément d'intégrale de W_{ac} est $\frac{1}{4\pi} d\varphi(V_A - V_B)$, et pour un tube quelconque limité à deux sections S′ et S″, l'intégrale est

$$+\int_{S'} \frac{1}{4\pi} d\varphi\, V_A - \int_{S''} \frac{1}{4\pi} d\varphi\, V_B.$$

Un autre tube de flux contigu par la base S′ donne le terme $-\int_{S'} \frac{1}{4\pi} d\varphi\, V_A$ qui annule $+\int_{S} \frac{1}{4\pi} d\varphi\, V_A$. Comme U peut se décomposer en de tels tubes contigus par une même base, tous ces éléments d'intégrales s'annuleront; donc $W_{ac} = 0$.

» *Champ de courants.* — Le calcul de l'énergie W de ce champ se fera comme celui de W_{ac}. Choisissons comme bases de deux tubes de flux les deux faces positive A et négative B du feuillet d'un courant infiniment petit i. Les termes correspondants de l'intégrale W_c sont $+\int_{A} \frac{1}{4\pi} V_A\, d\varphi$ et $-\int_{B} \frac{1}{4\pi} V_B\, d\varphi$. Comme en un point $V_A - V_B = 4\pi i$, la somme est $\frac{1}{2} i\varphi$, φ étant le flux d'induction à travers le feuillet. Pour un circuit I_1 la somme des intégrales $\frac{1}{2} i\varphi$ pourra s'écrire $\frac{1}{2} I_1 \Phi_1$; Φ_1 est appelé *flux d'induction moyen* à travers le circuit I_1. Ainsi

$$W = \tfrac{1}{2} \Sigma I \Phi.$$

» Si h_I désigne l'intensité du champ du courant I, qui est proportionnelle à I, on a

$$W = \sum \int_{U} \frac{k h_I^2}{8\pi} du + \sum \int_{U} \frac{k h_I h_{I'} \cos(h_I h_{I'})}{4\pi} du = \tfrac{1}{2} \Sigma L I^2 + \Sigma M I I'.$$

» On déduit de ces formules

$$\Phi_1 = L_1 I_1 + M_{12} I_2 + \ldots,$$

(1) $$\delta W = \Sigma(\tfrac{1}{2} I^2 \delta L + I I' \delta M) + \Sigma[L I \delta I + M \delta(I I')].$$

» L'expression du travail $d\mathfrak{T}$ est :

$$\delta\mathfrak{T} = \Sigma \tfrac{1}{2} I \delta\Phi = \Sigma(\tfrac{1}{2} I^2 \delta L + I I' \delta M).$$

» Il en résulte

$$\delta\mathfrak{T} + \delta W = \Sigma I\, \delta\Phi, \tag{2}$$

et non pas > 0, comme on l'écrit souvent à tort,

$$\delta W = \delta\mathfrak{T} + \Sigma[LI\, \delta I + M\, \delta(II')].$$

» Donc, *la variation* δW *de l'énergie d'un champ de courants comprend une partie due au déplacement des corps et égale au travail* $\delta\mathfrak{T}$ *des forces magnétiques, et une partie due aux seules variations des courants et égale à* $I\,\delta\varphi$.

» *Champ d'aimants et de courants.* — Dans un tel champ H, l'équation (2) ne change pas de forme, car $\delta\mathfrak{T}_a + \delta W_a$ est nul, et le travail $\delta\mathfrak{T}_{ac}$, d'après sa définition, est égal à $\Sigma I\, \delta\Phi_a$. En ajoutant ces termes à ceux de l'équation (2) et employant pour le champ H complet les mêmes notations $\delta\mathfrak{T}$, δW, $\delta\Phi$, on obtiendra encore la forme de (2).

» *Induction électromagnétique.* — Dans le champ défini ci-dessus interviennent forcément des variations et travaux électriques et magnétiques et un accroissement δQ de chaleur dû aux courants; nous supposerons qu'il n'y ait pas d'autre variation d'énergie, le travail étant utilisé, par exemple, à l'extérieur du champ. En outre, les calculs suivants s'appliquent à des cas nombreux de la pratique où la puissance du champ électrique est négligeable par rapport à celle du champ magnétique. Alors, l'application du principe de la conservation de l'énergie donne :

$$\delta\mathfrak{T} + \delta W + \delta Q = 0,$$

ou

$$\Sigma I\, \delta\Phi + \delta Q = 0.$$

» *Exemple.* — Circuit I mobile et déformable en présence *d'aimants*. On a :

$$I\, \delta\Phi + RI^2\, dt = 0.$$

» De là on a déduit la définition de la *force électromotrice induite*, par la formule

$$RI = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\Phi_{aim.}}{dt} - \frac{d\Phi_{cour.}}{dt}.$$

» Toutes les formules précédentes, vraies pour des courants permanents (ou sensiblement permanents), s'étendent à l'état variable du champ; mais les coefficients I ont alors un autre sens plus général. Je n'insisterai pas là-dessus (voir ma *Théorie de l'Électricité*, Chap. XI). »

ÉLECTRICITÉ. — *Différence d'action de l'état des surfaces polaires d'un excitateur sur les potentiels explosifs, statique et dynamique.* Note de M. **Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« Lorsqu'on fait éclater successivement plusieurs étincelles entre les pôles d'un excitateur préalablement poli à l'émeri, les surfaces entre lesquelles éclatent les étincelles se ternissent par suite d'une oxydation des pôles. Nous étudierons ici l'influence de cette couche d'oxyde sur les potentiels explosifs, statique et dynamique.

» La méthode des deux excitateurs dérivés (1) s'applique très bien à cette étude.

» Cette méthode permet, en effet, de déterminer la distance explosive d'un excitateur E se déchargeant pour le même potentiel qu'un excitateur N maintenu dans un état constant : 1° quand E est poli; 2° quand les pôles de E sont déjà ternis, et cela quel que soit le mode de charge statique ou dynamique des excitateurs.

» L'expérience a donné les résultats suivants :

» Quand les surfaces polaires se ternissent sous l'action oxydante des étincelles :

» 1° *Le potentiel explosif statique reste sensiblement constant ou semble plutôt diminuer légèrement.*

» 2° *Le potentiel explosif dynamique subit une augmentation qui peut être considérable* (la distance explosive dynamique d'un excitateur poli peut être deux ou trois fois plus grande que celle de l'excitateur terni).

» 3° *Le potentiel explosif dynamique peut varier dans de grandes proportions d'une étincelle à la suivante.*

» On peut expliquer cette différence d'action de l'oxydation des pôles sur les potentiels explosifs, statique et dynamique, de la manière suivante :

» On peut admettre que la mince couche d'oxyde, formée par les étincelles, n'est ni un isolant parfait, ni un bon conducteur pour l'électricité.

» Lorsque la charge se fait très rapidement, par la méthode dynamique, l'électricité est distribuée sur chacun des pôles de l'excitateur entre le métal et la couche d'oxyde. En raison de la très faible durée de la charge

(1) *Comptes rendus,* 8 juillet 1895.

dynamique, cette couche joue le rôle d'un diélectrique solide. Pour qu'une décharge éclate entre les pôles de l'excitateur, l'électricité doit non seulement traverser l'air, mais encore la mince couche d'oxyde; or, pour percer un diélectrique solide, il faut une différence de potentiel beaucoup plus considérable que pour percer la même épaisseur d'air, donc :

» *Le potentiel explosif dynamique d'un excitateur terni est plus grand que le potentiel explosif de l'excitateur poli.*

» Dans la charge statique, l'excitateur se charge lentement; la couche d'oxyde qui est douée d'une certaine conductibilité joue le rôle de conducteur.

» L'électricité est distribuée à la surface libre de la couche d'oxyde.

» La décharge, pour se produire, n'a pas à traverser de diélectrique solide; elle ne doit percer qu'une couche d'air très peu inférieure à celle qu'elle aurait à traverser si l'excitateur était poli et

» *Le potentiel explosif statique de l'excitateur terni est légèrement inférieur au potentiel explosif de l'excitateur poli.*

» Ce dernier fait a été signalé par M. Baille (¹). »

PHYSIQUE. — *Action des rayons X sur les diélectriques gazeux.* Note de M. L. **Benoist**, présentée par M. Lippmann.

« Dans notre Communication du 27 avril dernier, nous avons, M. Hurmuzescu et moi, formulé, à la suite de nos expériences, une loi générale relative à la vitesse de dissipation de l'électricité par les rayons X, lorsque ceux-ci frappent normalement une même surface électrisée placée, soit dans *un même gaz à différentes pressions,* soit dans *différents gaz à la même pression*.

» Dans une Note récente (²), M. Jean Perrin donne une loi relative à l'action des rayons X sur *un même gaz à différentes pressions,* ces rayons ne rencontrant pas de corps électrisé.

» Il me paraît nécessaire de comparer ces deux lois, obtenues dans des conditions et par des méthodes distinctes, et de montrer qu'elles ne diffèrent que par la forme expérimentale et immédiate, mais qu'elles sont au fond identiques.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique,* 1882, 5e série, t. XXV, p. 512.
(²) *Comptes rendus,* 23 novembre 1896.

» Nous avons donné de notre loi l'énoncé suivant, qui représente le résultat immédiat de l'expérience :

» *La vitesse de dissipation de l'électricité par les rayons* X, *pour un même corps électrisé dans les mêmes conditions, varie proportionnellement à la racine carrée de la densité du gaz où il est plongé, qu'il s'agisse soit d'un même gaz à différentes pressions, soit de différents gaz à la même pression.*

» Cette loi a été vérifiée par nous pour l'air, pour l'acide carbonique, l'hydrogène, etc., avec une précision qui s'est élevée jusqu'à l'ordre de $\frac{1}{151}$.

» Dans la même Note, nous indiquions l'interprétation suivante, que comportait cette loi et que j'ai eu l'occasion de développer plus complètement depuis, dans différentes circonstances ([1]).

» La forme immédiate de notre loi et les conditions expérimentales dans lesquelles elle a été obtenue évoquent l'idée d'un phénomène de convection. Tout se passe, ai-je dit, comme si le corps électrisé, absorbant l'énergie des rayons X suivant un pouvoir spécifique lié à son opacité pour ses rayons [pouvoir absorbant établi par nous dans une Note antérieure ([2])], expulsait le gaz condensé à sa surface ou même occlus, avec une vitesse régie par la loi de Graham, c'est-à-dire avec une *vitesse en poids* directement *proportionnelle à la racine carrée de la densité du gaz*.

» Soient

μ la masse spécifique du gaz;
E la quantité d'électricité dissipée;
M la masse gazeuse expulsée dans un même temps.

On a alors à la fois

$$E = k\sqrt{\mu}, \quad \text{résultat direct de l'expérience,}$$
$$M = k'\sqrt{\mu}, \quad \text{par application de la loi de Graham;}$$

d'où

$$\frac{E}{M} = \frac{k}{k'},$$

c'est-à-dire que tout se passe comme si la *quantité d'électricité dissipée* était *directement proportionnelle à la masse gazeuse* expulsée, ou bien encore,

---

([1]) Voir la séance de la Société française de Physique, 17 juillet 1896 (Compte rendu et la Note détaillée insérés au *Bulletin* de la Société).

([2]) *Comptes rendus,* 30 mars 1896.

comme si *la quantité d'électricité par unité de masse était constante;* et cela non seulement pour un même gaz, quelle que soit sa pression, mais encore pour les différents gaz, quelle que soit leur nature chimique.

» Or telle est précisément, en ce qui concerne le cas d'un même gaz à différentes pressions et en agissant seulement sur l'air, la loi obtenue par M. J. Perrin. Il y a donc tout lieu de croire que s'il applique sa méthode au cas de différents gaz, il retrouvera aussi la deuxième partie de notre loi.

» Mais nous nous trouvons ainsi en présence d'une nouvelle propriété générale des gaz, propriété d'ordre purement physique et de nature à jeter quelque lumière sur le phénomène de la dissipation de l'électricité dans les diélectriques gazeux sous l'action des rayons X. En effet, les quantités d'électricité, transportées dans un champ électrique sous l'action de ces rayons et par l'intermédiaire des molécules gazeuses, sont proportionnelles à la masse de chacune de ces molécules et à leur nombre. C'est donc un phénomène tout différent de celui qui se produit dans l'électrolyse, où les atomes de même valence transportent des quantités égales d'électricité, quelle que soit leur nature chimique, c'est-à-dire quelle que soit leur masse. Il ne paraît donc pas qu'il y ait lieu de chercher l'explication du phénomène qui nous occupe dans l'hypothèse d'une *dissociation* plus ou moins analogue à l'électrolyse, mais bien dans celle d'une convection moléculaire, d'ordre purement physique. Il suffit d'admettre que les liens inconnus qui unissent les molécules gazeuses à ce qui constitue l'électricité sont notablement relâchés par l'action des rayons X, de telle sorte que, placées dans un champ électrique, ces molécules peuvent se transmettre des charges électriques le long des lignes de force, à peu près à la manière des balles de sureau dans l'expérience de la décharge par contacts alternatifs.

» Un accroissement de pression favorise ce transport en augmentant le nombre des molécules par unité de volume, c'est-à-dire en diminuant leur distance moyenne de libre parcours. Mais la masse moléculaire intervient dans le même sens, puisque la charge électrique convoyée est proportionnelle à cette masse. Cette dernière propriété semble appeler un rapprochement avec l'attraction newtonienne, qui, elle aussi, est uniquement proportionnelle à la masse, quelle que soit la nature chimiqne.

» L'hypothèse de la convection, que je viens de rappeler et que nous avions proposée dès le début, me paraît avoir une autre conséquence importante.

» Dans la théorie cinétique des gaz, il revient exactement au même, au point de vue d'un effet dynamique, tel que la pression, d'augmenter dans un certain rapport la masse gazeuse contenue dans un même volume à une même température, ou bien d'élever dans le même rapport la température absolue de ce volume, c'est-à-dire la force vive moyenne des molécules.

» Il doit en être vraisemblablement de même au point de vue de la convection électrique dont je viens de parler. En élevant la température absolue, on augmentera les quantités d'électricité transmises, comme si l'on avait augmenté dans le même rapport le nombre des molécules, ou la masse moléculaire. La loi des masses appelle donc comme complément la loi suivante :

» *Les quantités d'électricité libérées sous l'action des rayons* X *doivent être proportionnelles à la température absolue pour un même diélectrique gazeux.*

» Or cette loi existe; car elle a précisément été obtenue par M. J. Perrin dans le travail déjà cité. Les dernières recherches de M. Perrin paraissent donc bien, par une voie distincte de celle que nous avions suivie, M. Hurmuzescu et moi, venir appuyer l'hypothèse de la convection moléculaire à laquelle nous avaient conduits l'emploi de notre méthode et la loi générale des densités gazeuses que celle-ci nous avait permis d'établir. Je crois d'ailleurs que l'on pourrait trouver dans les lois relatives à certains phénomènes purement électriques d'autres arguments en faveur de cette hypothèse [1]. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveaux faits de radioscopie de lésions intrathoraciques*. Note de M. J. **Bergonié**, présentée par M. Bouchard.

« J'ai été assez heureux pour répéter avec le plus entier succès les curieuses expériences de M. le professeur Bouchard sur les applications des rayons de Röntgen au diagnostic de la tuberculose pulmonaire et des lésions intrathoraciques.

» Les malades que j'ai pu examiner provenaient du service de M. le professeur Arnozan à l'hôpital Saint-André de Bordeaux. Ils avaient été préalablement très soigneusement percutés et auscultés soit par lui-même, par M. le Dr Cassaët, professeur agrégé à la Faculté et par moi-même. A la

[1] Travail fait au laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne, le 5 décembre 1896.

suite de cet examen on avait d'abord tracé sur leur thorax les diverses zones de matité révélées par les moyens cliniques ordinaires, au moyen d'un crayon dermographique. Ils étaient ensuite soumis à l'examen radioscopique et l'on traçait encore dans l'obscurité une seconde courbe analogue limitant les zones claires des zones sombres. Il ne pouvait y avoir de cette façon aucune erreur ni aucune tentative inconsciente de parfaire une coïncidence approximative. Des fils de plomb ont été également maintenus sur le thorax au moyen de collodion pour limiter par une ligne bien visible au radioscope les zones claires des zones sombres.

» Les résultats ont été toujours parfaits comme coïncidence : à une zone de matité a toujours correspondu une zone d'opacité plus ou moins complète. La coïncidence était parfois étonnante de précision.

» Chez un tuberculeux dont les deux poumons étaient envahis, l'image sur l'écran radioscopique présentait des taches irrégulières sur un fond d'ailleurs bien moins lumineux que d'ordinaire. L'auscultation avait révélé chez lui une quantité de cavernules irrégulièrement distribuées.

» Sur deux malades atteints de pleurésie unilatérale, une différence énorme a été constatée entre la transparence des deux poumons. Chez le premier malade, une femme atteinte de pleurésie purulente, le sommet du poumon apparaissait très transparent, mais la ligne de démarcation peu nette, comme à la percussion. Les seins assez développés formaient une ombre intense et limitée qui, tout d'abord, avait induit en erreur. Chez le second pleurétique, chez lequel une zone de matité très nettement limitée avait été trouvée, on détermina également une zone d'opacité, tracée comme je l'ai dit plus haut. La coïncidence fut absolue. Les mouvements respiratoires du diaphragme avaient une amplitude très diminuée du côté affecté par rapport au côté sain.

» Chez une autre malade amenée par M. le Dr Péry et atteinte de kyste hydatique, les résultats ont été encore plus nets. L'écran radioscopique a révélé l'existence d'une zone opaque ayant envahi le côté gauche du thorax et laissant, aussi bien sur le bord externe que du côté de la colonne vertébrale et au sommet, une mince bande très claire dans laquelle des ponctions avaient pu être faites sans amener trace de liquide. L'opacité de l'ombre, vue en arrière, et ses bords bien nets ont prouvé que le kyste siégeait beaucoup plus près de la région postérieure du thorax que de la partie antérieure, ce que vérifiait la percussion. Ici encore la radioscopie, tout en permettant une précision beaucoup plus grande, a été absolument d'accord avec les autres moyens cliniques d'exploration. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un tube de Crookes pour dynamos à courants alternatifs.* Note de MM. **Oudin** et **Barthélemy**, présentée par M. Bouchard.

« L'utilisation directe des alternateurs et des transformateurs industriels pour la radioscopie et la radiographie présente cet inconvénient capital

que leur courant, de forme à peu près sinusoïdale, ne donne pas de polarité fixe comme la bobine de Ruhmkorff; et que, par conséquent, dans une ampoule de Crookes, chacune des deux électrodes devient alternativement cathode et anode, qu'on n'a pas de foyer défini et que les images ne présentent aucune netteté.

» Pour tourner cette difficulté, on a imaginé différentes formes d'ampoules avec lesquelles on a toujours cherché à utiliser la totalité de l'énergie formée par la source d'électricité alternative. Ceci entraînait fatalement l'asymétrie des électrodes et la formation de foyers parasites nuisibles à la netteté de la radiographie.

» Nous avons pu éviter ces inconvénients en reliant les fils conducteurs à deux électrodes concaves en aluminium placées en face l'une de l'autre aux extrémités du tube, de telle sorte que leurs foyers coïncident en un point central. A ce point est placée une lame de platine inclinée de 45° sur la ligne axiale et symétriquement par rapport à chacun des miroirs concaves. Quand l'un des miroirs agit comme cathode, il envoie la totalité de ses rayons sur cette lame qui les réfléchit sur un des hémisphères de l'ampoule; et de même pour l'autre.

» Dans ces conditions, nous n'utilisons qu'une alternance par période, mais étant donné le nombre minimum de périodes des alternateurs industriels, qui est de 40 à 100, cela suffit amplement pour assurer à la lumière la fixité parfaite indispensable à la radioscopie.

» La même ampoule nous a donné, comme cela devait être, de très bons résultats avec les courants de haute fréquence fournis par le dispositif de Tesla ou de d'Arsonval.

» La lame de platine doit avoir une surface plus grande que celle des miroirs, de façon à arrêter tous les rayons cathodiques envoyés par chacun d'eux. Sans cette précaution, les rayons qui passeraient à côté d'elle ne manqueraient pas, étant données les hautes intensités que les alternateurs permettent d'utiliser, de chauffer et de fondre le miroir d'aluminium placé en face. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de Hall dans les liquides.* Note de M. **H. Bagard**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note présentée cette année à l'Académie [1], j'annonçais

---

[1] H. Bagard, *Sur le phénomène de Hall dans les liquides* (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 77; 1896).

l'existence du phénomène de Hall dans les liquides. Or, à la suite d'un travail qu'il a publié récemment ([1]), M. Florio conclut, conformément à l'ancienne assertion de M. Roiti, à la non-existence de ce phénomène.

» M. Florio, ayant repris une de mes expériences sur une solution de sulfate de zinc, reconnut l'exactitude des faits rapportés dans ma Note. Mais il remarqua que de petits filaments métalliques s'étaient détachés de ses électrodes de zinc amalgamé et il émit cette opinion qu'avant de tomber ces filaments avaient dû s'orienter sous l'action de l'aimant suivant des directions variables avec le sens de l'aimantation. Il en arriva alors à attribuer les effets observés à de telles déformations des électrodes.

» Ayant observé aussi que des secousses légères, imprimées à son appareil, produisaient des déviations de l'électromètre, il vit dans ce fait la confirmation de son hypothèse; car, selon lui, ces secousses n'ont d'autre effet que de faciliter l'orientation des filaments. Or, de mon côté, je n'ai jamais constaté le moindre effet produit par des secousses. Cette divergence entre nos observations s'explique d'ailleurs par une différence entre nos dispositifs. Ainsi que je l'indiquais déjà dans ma Note, ma lame liquide est reliée en deux points à deux électrodes à grande surface, disposées dans deux vases *indépendants* de la cuve, par l'intermédiaire de tubulures et de siphons appropriés; c'est par ces deux électrodes que je prends la différence de potentiel entre les deux points de la lame. La disposition adoptée par M. Florio est toute différente : ses électrodes transversales se composent de « deux fils de zinc amalgamé touchant la lame liquide en deux points ». Or, il peut naître une différence de potentiel entre de telles électrodes par le seul fait de l'agitation du liquide; et, en effet, M. Florio a retrouvé les mêmes effets produits par des secousses dans des expériences où il ne pouvait plus invoquer la présence de filaments orientables.

» D'autre part, j'avais opéré non seulement sur des solutions de sulfate de zinc, mais aussi sur des solutions de sulfate de cuivre. Or, dans ce dernier cas, la surface des électrodes de cuivre employées ne présentait pas la moindre trace de filaments et restait rigide. Il est donc regrettable que M. Florio n'ait pas songé à reprendre aussi ces observations qui échappent absolument à son interprétation.

» Après avoir ainsi répété une seule de mes expériences, M. Florio cherche à s'affranchir des causes auxquelles il attribue les effets observés en employant des électrodes en amalgame liquide placées à une grande distance de l'aimant. En même temps, il fait subir à mon dispositif des modifications qui ne sont pas très heureuses. Sa lame liquide est rectangulaire et a $1^{mm},6$ d'épaisseur; mais le courant électrique y pénètre par l'un des sommets du rectangle et en sort par le sommet opposé et l'on observe la différence de potentiel entre les deux autres sommets : c'est là, évidemment, la disposition la plus défectueuse qu'on puisse imaginer. La lame communique d'ailleurs avec les électrodes d'amalgame liquide, par l'intermédiaire de deux tubes remplis de la solution étudiée; ces tubes ont 3^{cm} de diamètre, 50^{cm} de longueur et sont plusieurs fois recourbés. Enfin, le courant est fourni par 7 éléments Daniell montés en tension.

([1]) F. Florio, *Il fenomeno di Hall nei liquidi* (*Il nuovo Cimento*, série IV, t. IV, p. 106; 1896).

» M. Florio, opérant sur trois solutions de sulfate de zinc de densités 1,200, 1,300, 1,050 et sur une solution de sulfate de cuivre de densité 1,100, n'observa plus aucune indication de l'électromètre lors de l'inversion du champ ou du courant. Il en conclut que le phénomène de Hall ne se produit pas dans ces électrolytes et qu'il ne se manifestera probablement dans aucun liquide.

» Sans insister davantage sur les défauts du dispositif expérimental de M. Florio, je ferai remarquer d'abord qu'il n'a étudié que des solutions riches en sel, alors que j'avais signalé dans ma Note un phénomène plus marqué dans les solutions étendues, et enfin que la force électromotrice qu'il a employée est manifestement insuffisante, étant données la forme et les dimensions des conducteurs liquides. Ces expériences de contrôle manquent donc de sensibilité et ne suffisent pas à justifier la négation catégorique de M. Florio.

» J'ai décrit, en détail, dans le *Journal de Physique* (¹) des expériences que j'ai faites, depuis la publication de ma première Note, et antérieurement à l'apparition de celle de M. Florio sur des lames liquides de 1^{cm} d'épaisseur. Comme dans ces nouvelles recherches, la densité du courant est toujours extrêmement faible, la surface des électrodes, même lorsqu'il s'agit de lames de zinc amalgamé, est à peine altérée après une expérience de plusieurs heures et, en aucun cas, on n'observe la moindre trace de filaments. Ces expériences ne peuvent laisser aucun doute sur l'existence véritable du phénomène de Hall dans les liquides. Mais, néanmoins, il m'a semblé qu'il ne serait pas complètement dénué d'intérêt de mettre une fois de plus le phénomène en évidence en employant, cette fois, des électrodes en amalgame liquide placées en dehors du champ magnétique, avec un dispositif plus convenable que celui de M. Florio.

» L'appareil qui m'a servi à cet effet ne diffère guère de celui que j'ai décrit dans le *Journal de Physique* que par les dimensions. La lame liquide, épaisse de 1^{cm}, a 64^{mm} de long (c'est-à-dire suivant la direction du flux électrique) et 78^{mm} de large. Les deux auges qui lui sont contiguës ont chacune 28^{cm} de long et 8^{cm} de large; elles contiennent le liquide sur une hauteur de 2^{cm}. A leurs extrémités opposées à la lame, elles se terminent, sur une longueur de 5^{cm}, par deux compartiments plus profonds de 1^{cm}, au fond desquels sont les électrodes d'amalgame liquide qui touchent ainsi la solution suivant une surface rectangulaire de 40^{cmq}. La cuve tout entière plonge dans un bain d'eau pure à la température du laboratoire. La lame est comprise entre les deux pièces polaires cylindriques d'un électro-aimant de Faraday, qui ont 7^{cm} de diamètre et sont distantes de 3^{cm}. Dans ces conditions, les électrodes se trouvent à l'abri de toute action de la part de l'aimant.

(¹) H. Bagard, *Phénomène de Hall dans les liquides* (*Journal de Physique*, 3ᵉ série, t. V; p. 499, 1896).

» J'ai employé comme liquide une solution de sulfate de zinc contenant $\frac{1}{4}$ de molécule en grammes (40^{gr}) de sel anhydre pour 100^{gr} d'eau, avec des électrodes d'amalgame de zinc liquide. Le courant électrique était fourni par des éléments Daniell de petite surface montés en tension, au nombre de 25 d'abord, puis de 10. La densité du courant à travers la surface des électrodes d'amalgame était extrêmement faible et j'ai observé que cette surface restait parfaitement nette et brillante.

» La marche de l'expérience et le procédé de mesure sont décrits dans le Mémoire cité plus haut. Je me contenterai donc de transcrire dans le Tableau suivant, avec les notations que j'ai déjà employées, les résultats numériques fournis par cette expérience :

				Angle α.		Effet Hall D.	
Température.	Intensité du champ magnétique.	Intensité du courant.	Variation de $V_a - V_b$ lors de l'inversion du champ.	Valeur numérique.	En minutes et secondes.	Valeur numérique.	En minutes et secondes.
°	u. C.G.S.	amp	daniell		′		′ ″
17	380	0,0363	0,0016	0,0058	20	0,0007	2.25
»	»	0,0214	0,0006	»	»	0,0005	1.45

» Les valeurs de l'effet Hall ainsi déterminées sont du même ordre de grandeur que celles que j'avais déjà obtenues avec le même liquide.

» Cette nouvelle épreuve confirme donc pleinement mes précédentes conclusions. »

CHIMIE. — *Action du lithium sur le carbone et quelques composés carbonés.* Note de M. Güntz.

« J'ai montré récemment qu'on ne pouvait, dans un courant d'azote, chauffer au rouge du lithium placé dans une nacelle en charbon sans attaquer la nacelle et altérer la pureté de l'azoture produit; j'ai reconnu qu'il se forme, dans ces conditions, une petite quantité de carbure de lithium et une forte proportion de cyanure de lithium, ce dernier provenant partiellement de l'action de l'azoture de lithium sur le carbone.

» Quant au carbure, il provient de l'action directe du carbone sur le lithium.

» Pour le vérifier, j'ai chauffé dans le vide, au rouge, du lithium placé dans une nacelle en charbon électrographique, c'est-à-dire transformé partiellement en graphite par une cuisson dans l'arc électrique et recouvert de la poudre de ce même charbon. Dans ces conditions, le lithium se recouvre d'une couche de carbure de lithium C^2Li^2 que l'on reconnaît à ce que, traité par l'eau, il dégage de l'acétylène. J'ai répété d'ailleurs la même expérience en chauffant, dans une nacelle en fer, du lithium avec du graphite de

fonte, qui est une variété de carbone peu altérable et bien définie d'après M. Berthelot. Dans ces conditions, on obtient encore du carbure de lithium.

» On obtient le même résultat en chauffant avec du carbone une substance pouvant donner du lithium par dissociation, comme l'hydrure ou l'azoture de lithium : avec cette dernière substance, l'azote même entre en réaction et l'on a formation de grandes quantités de cyanure de lithium.

» L'affinité du lithium pour le carbone est d'ailleurs assez grande pour donner naissance à du carbure de lithium, en quantité plus ou moins grande, chaque fois qu'on chauffe le métal avec un composé contenant du carbone. Pour le montrèr, j'ai étudié l'action du lithium sur quelques composés oxygénés.

» 1° *Action de l'oxyde de carbone.* — On chauffe au rouge du lithium placé dans une nacelle en fer, dans un courant d'oxyde de carbone pur. Le gaz est absorbé et le produit obtenu, traité par l'eau, dégage de l'acétylène; il contient, par conséquent, du carbure de lithium, la quantité de carbure formée variant d'ailleurs avec le mode de combustion.

» 2° *Action de l'acide carbonique.* — En chauffant du lithium dans un courant d'acide carbonique pur, on constate que ce gaz est absorbé facilement, avec un grand dégagement de chaleur. Si le courant de CO^2 est assez lent pour que la température du lithium ne s'élève pas au-dessus du rouge sombre, on constate, en traitant le produit par l'eau, la production d'une forte proportion d'acétylène, caractéristique de la formation de C^2Li^2. Si, au contraire, la température du lithium arrive au rouge blanc, on n'obtient plus qu'une faible quantité de carbure de lithium.

» Ces deux réactions peuvent s'expliquer en remarquant qu'il se forme du charbon dans la combustion et que ce carbone peut réagir sur le lithium pour donner du carbure.

» L'action sur les carbures d'hydrogène est plus intéressante.

» 1° *Action de l'éthylène.* — Si l'on chauffe doucement du lithium dans de l'éthylène pur, préparé par l'action de l'alcool sur l'acide borique anhydre, on observe que le métal se recouvre d'abord d'une croûte blanchâtre ; si l'on chauffe davantage, vers 700°, cet enduit fond et le lithium devient incandescent, par suite de la chaleur dégagée dans l'absorption intégrale de l'éthylène, en même temps que le vide se fait dans l'appareil. On obtient un produit fondu, d'un blanc grisâtre, sans dépôt de charbon.

» L'absorption de l'éthylène étant complète, ce composé doit correspondre à la formule brute $C^2H^4Li^n$; l'analyse donne pour n la valeur 6.

» La formation d'un composé de formule $C^2H^4Li^6$ étant peu vraisemblable, il est probable que le produit obtenu est un mélange du carbure C^2Li^2 de M. Moissan et d'hydrure de lithium ; la réaction pouvant alors s'écrire :

$$C^2H^4 + 6Li = C^2Li^2 + 4LiH.$$

» Dans ces conditions, l'action de l'eau s'écrirait ainsi :

$$C^2Li^2 + 4LiH + 6H^2O = C^2H^2 + 4H^2 + 6LiOH$$

et l'expérience confirme cette réaction.

» La théorie pour un pareil mélange exige, en effet, 60 pour 100 de lithium et j'ai trouvé dans diverses préparations, comme teneur en lithium,

Li pour 100 = 58,98, 59,39, 59,86.

» L'analyse du mélange gazeux résultant de l'action de l'eau sur cette substance montre qu'il est composé d'acétylène et d'hydrogène; l'hydrogène trouvé dans une expérience correspondait à 5,64 pour 100; la théorie exige 5,71.

» Quant à l'acétylène, l'analyse donne toujours une légère perte de ce gaz, provenant en majeure partie de sa solubilité dans l'eau qui a servi à décomposer le mélange de carbure et d'hydrure de lithium.

» *Action de l'acétylène.* — On sait, par les expériences de M. Berthelot, que ce gaz est absorbé par le potassium et le sodium en formant des acétylures. Sa réaction sur le lithium est analogue. Elle varie avec les conditions de la réaction. Lorsqu'on chauffe lentement, dans une nacelle en fer, du lithium dans du gaz acétylène, on constate la formation d'un abondant dépôt de carbone : il y a formation d'acétylure, autrement dit carbure de lithium, comme l'a montré M. Moissan, mais en outre il y a formation d'hydrure de lithium.

» Si, au contraire, on chauffe le lithium dans le vide et qu'on laisse rentrer brusquement l'acétylène, l'absorption complète a lieu avec dégagement de chaleur et formation d'hydrure et de carbure de lithium

$$C^2H^2 + Li^4 = C^2Li^2 + 2LiH.$$

Le dépôt de carbone dans ce cas est très faible.

» *Action du méthane.* — L'action du lithium sur le *méthane pur* est excessivement faible au rouge sombre; on constate, la plupart du temps, une légère action, avec formation d'hydrure de lithium et traces de carbure de lithium.

» Cela tient à ce qu'il est très difficile de préparer du méthane pur, exempt d'hydrogène et d'autres carbures, et ce sont ces impuretés qui sont absorbées par le lithium.

» Cette action du lithium sur les carbures d'hydrogène et le carbone permet de concevoir pourquoi, dans l'expérience de Hannay sur la synthèse du diamant, le lithium produit une action que n'ont pas le potassium et le sodium ([1]). »

([1]) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorure cyanurique* C^3Cl^3.
Note de M. **Paul Lemoult.**

« Le chlorure solide de cyanogène $C^3Az^3Cl^3$ est le résultat de la polymérisation spontanée du chlorure cyanique C Az Cl; j'avais particulièrement en vue, en préparant ce corps, l'étude du phénomène thermique qui accompagne cette condensation moléculaire.

» On obtient le chlorure solide en faisant arriver un courant de chlore dans une solution chloroformique d'acide cyanhydrique anhydre; il est indispensable de refroidir fortement, et l'on arrête l'opération quand il commence à se déposer des cristaux; la liqueur contient alors du chlorure cyanique, comme le prouve l'addition de quelques gouttes d'eau, ce qui provoque une réaction extrêmement vive : dégagement de CO^2 et précipitation de chlorure ammonique.

» Par élimination du chloroforme, on obtient une masse cireuse, ne réagissant plus sur l'eau, ne contenant plus du tout de chlorure cyanique : il s'est entièrement polymérisé. Le chlorure cyanurique ainsi obtenu est loin d'être pur; il faut sublimer la masse obtenue, parfois même à plusieurs reprises, pour avoir un produit satisfaisant. Le dosage du Cl par la chaux m'ayant toujours donné des résultats défectueux, j'ai constaté qu'une partie du chlorure échappait à la réaction; pour éviter cet inconvénient, j'ai employé la méthode de Carius; le produit traité contenait 57,47 pour 100 de Cl (théorie : 57,72), tandis que le procédé à la chaux n'accusait que 56,78 et 56,83 pour 100. Avec cet échantillon, j'ai essayé de déterminer la chaleur de combustion au moyen de la bombe calorimétrique. Sept expériences, faites avec des poids de substance variant entre $0^{gr},98$ et $0^{gr},59$ et en présence de camphre, m'ont donné comme moyenne le nombre $1601^{Cal},4$ par gramme, mais elles ne concordent pas entre elles à plus du vingtième; aussi ne peut-on pas adopter cette moyenne.

» Comme je ne pouvais attribuer ces écarts à la bombe, qui a été éprouvée sur des corps notablement plus riches en Cl que celui dont il s'agit, j'ai dû purifier encore le chlorure cyanurique et surtout veiller à sa conservation. Une nouvelle sublimation, conduite très lentement, m'a donné ce corps sous forme de magnifiques lamelles de 3^{cm} à 4^{cm} de longueur et barbelées comme des plumes; voici les résultats des analyses que j'ai faites :

	Calculé.	Observé.
C	19,51	19,56
Cl	57,72	57,69
H	0,00	0,2

» La vapeur d'eau réagit sur la vapeur de Cy^3Cl^3 en donnant de l'HCl qui se condense en nuage quand on débouche les flacons où l'on conserve le chlorure; aussi ne suffit-il pas de garder ce produit en flacons fermés, il faut encore les placer dans une atmosphère desséchée. J'ai employé cet échantillon à de nouvelles déterminations ca-

lorimétriques; voici les résultats, rapportés à 1^{gr}, des trois déterminations que j'ai faites :

$$1580^{Cal},49, \qquad 1605^{Cal},46, \qquad 1589^{Cal},9.$$

Moyenne : 1591,9. Soit $293^{Cal},7$ par molécule.

» De ces résultats, on déduit :

	Chaleur de combustion.	Chaleur de formation à partir des éléments.
A volume constant...........	$293^{Cal},7$	$107^{Cal},1$
A pression constante..........	$292^{Cal},9$	$107^{Cal},9$

» Si l'on se reporte aux déterminations effectuées par M. Berthelot :

$$C + Az + Cl = CAzCl \text{ liq} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -27^{Cal},05$$

on constate que la polymérisation de 3 molécules de chlorure cyanique en 1 molécule de chlorure cyanurique à l'état solide dégage $+189^{Cal},05$; c'est le nombre que je voulais déterminer. Malgré ce dégagement de chaleur considérable, le phénomène correspondant ne se produit qu'avec une extrême lenteur; j'ai conservé depuis un an, en tube scellé, du chlorure cyanique bien débarrassé de chlore; c'est à peine si l'on y observe quelques cristaux de chlorure cyanurique.

» Des nombres précédents résultent quelques conséquences importantes :

» 1° D'abord ils permettent d'expliquer le grand dégagement de chaleur qui accompagne la préparation du chlorure cyanurique; on a, en effet :

$$3HCy \text{ liq.} + 6Cl \text{ gaz.} = Cy^3Cl^3 \text{ sol.} + 3HCl \text{ gaz.} + 244^{Cal},4,$$

d'où la nécessité de refroidir fortement;

» 2° Un autre mode de préparation du chlorure cyanurique, la réaction générale de PCl^5 sur l'acide correspondant, donne également lieu à une réaction exothermique; en effet :

$$3PCl^5 \text{ sol.} + 2Cy^3(OH)^3 \text{ sol.}$$
$$= 3POCl^3 \text{ liq.} + 3H^2O \text{ gaz.} + 2Cy^3Cl^3 \text{ sol.} + 76^{Cal},8;$$

» 3° On peut également remarquer que la substitution de trois groupes oxhydriles à 3 atomes de chlore, pour passer du chlorure à l'acide correspondant, dégage $57^{Cal},16$, soit, en moyenne, pour chaque substitution, 19^{Cal}; ce nombre est notablement inférieur à celui qu'on trouve pour un autre acide tribasique, l'acide phosphorique $PO(OH)^3$ et le chlorure correspondant $POCl^3$; il est ici $54^{Cal},4$.

» 4° On sait que le chlorure cyanique est décomposé par l'eau à température ordinaire. Le chlorure cyanurique se comporte autrement; sa sta-

bilité vis-à-vis de l'eau est considérable; j'ai pu, en dissolvant ce corps dans l'eau bouillante, le reproduire cristallisé, quoique partiellement altéré; quant à la solution mère, elle continue pendant longtemps à contenir du chlorure non décomposé; j'ai pu en constater la présence jusqu'au quinzième jour après la dissolution. A la température ordinaire, le chlorure cyanurique est donc soluble dans l'eau et ne subit à son contact qu'une action extrêmement lente. A chaud, la réaction est plus rapide; dans les premiers moments, le chlorure se dissout, puis, à la longue, sa transformation en acide cyanurique et HCl est intégrale; elle a été utilisée dans le dosage du chlorure. Quant aux vapeurs des deux corps, elles réagissent assez rapidement; c'est la cause principale de l'altération du chlorure cyanurique. »

CHIMIE. — *Action de l'acide carbonique des eaux sur le fer.* Note de M. **P. Petit.**

« On remarque, dans les canalisations d'un certain nombre de villes, la formation de dépôts ferrugineux, qui finissent par obstruer les conduits métalliques; l'eau de la Moselle provoque ces accidents. D'autre part, quelques usines voient leurs tuyaux ou réservoirs en fer rapidement percés par leurs eaux. Ces actions ne se manifestent que pour les eaux peu calcaires; on sait en effet que la présence d'une dose un peu forte de calcaire a pour résultat la production d'une couche de carbonate de chaux dans les tuyaux.

» J'ai constaté qu'en ajoutant à une solution de bicarbonate de chaux, neutre à la phénolphtaléine, du fer en limaille ou porphyrisé, une certaine quantité de calcaire se précipitait immédiatement, en même temps que du fer entrait en solution; cette action se continue en prolongeant le contact, et, dans un liquide contenant 638^{mgr} de chaux à l'état de bicarbonate, j'ai pu précipiter par le fer 332^{mgr} de chaux à l'état de carbonate.

» D'autre part, en introduisant, dans de l'eau saturée d'acide carbonique, du fer porphyrisé, j'ai pu dissoudre jusqu'à 500^{mgr} de fer par litre, avec dégagement d'hydrogène en quantité équivalente au fer dissous. Le fer se trouve à l'état de carbonate de protoxyde, car, au contact de l'air, la solution se trouble et dépose du sesquioxyde de fer.

» Pour vérifier que l'action de l'acide carbonique était, dans les eaux, la cause d'attaque du fer la plus importante, j'ai opéré sur de l'eau de Moselle, en vases complète-

ment remplis, contenant du fer porphyrisé et munis d'un tube de dégagement allant sur le mercure. A est de l'eau de Moselle telle quelle; B eau de Moselle dans laquelle on a fait passer, pendant quelques minutes, un courant d'acide carbonique pur; enfin C, l'eau de Moselle, additionnée d'eau de chaux jusqu'à faible coloration à la phénolphtaléine, c'est-à-dire débarrassée d'acide carbonique dissous. Au bout du même temps, on dose le fer dissous :

A........................	$3^{mgr}, 15$ par litre
B........................	$200^{mgr}, 6$ »
C........................	trace indosable

le liquide B, parfaitement limpide, dépose du sesquioxyde au contact de l'air.

» La même expérience, répétée sur 4 échantillons d'eau de diverses provenances et attaquant le fer, ayant donné les mêmes résultats, on peut en conclure que l'acide carbonique des eaux peu calcaires dissout le fer des conduits, à l'état de carbonate de protoxyde; celui-ci est décomposé par l'oxygène dissous, en sesquioxyde qui s'attache aux saillies et forme des dépôts, et en acide carbonique, qui continue l'attaque. Celle-ci peut donc être très énergique, avec une quantité d'acide carbonique dissous très faible.

» L'acide carbonique n'est pas la seule cause de destruction du fer. M. Rosenblum a déjà signalé l'action des sulfates alcalins, réduits par le fer à l'état de sulfures qui sont changés par l'acide carbonique en carbonates alcalins, avec formation de sulfure de fer qui existe en effet dans les dépôts.

» Pour étudier l'action des autres sels, j'ai opéré sur diverses solutions salines, dans des ballons complètement pleins, avec tube de dégagement sur le mercure.

» Ces ballons reçoivent un poids connu de fer porphyrisé; une première série comprend les solutions salines telles quelles; une seconde, les solutions additionnées d'une même quantité d'acide carbonique dissous. Les solutions salines contenaient respectivement par litre :

$\overset{gr}{0},105$..................	$CaCl^2$
0,110..................	NaCl
0,091..................	K^2SO^4
0,092..................	$(AzO^3)^2Ca$

» Tous les ballons étant installés côte à côte, dans un local à une température de 12° environ, pendant onze jours, on dose le fer dissous, au permanganate, et le fer non attaqué, en dissolvant le résidu par du sulfate de cuivre à l'abri de l'air, et en déterminant le fer à l'aide du permanganate titré.

» Dans les ballons ne contenant pas d'acide carbonique, il n'y a que des traces indosables de fer dissous. Après peroxydation, on a une teinte à peine perceptible au

sulfocyanate. On a représenté les résultats en les rapportant à 100 de fer introduit :

	Sans CO^2, fer oxydé.	Avec CO^2, fer dissous.	Avec CO^2, fer oxydé.
Eau distillée...	3,3 pour 100	9,7 pour 100	3,2
$NaCl$..........	7,7 »	9,7 »	7,8
K^2SO^4.........	7,5 »	14,8 »	7,7
$(AzO^3)^2Ca$.....	4,2 »	3,7 »	4,4
$CaCl^2$.........	6,2 »	6,3 »	6,4

» La solution de K^2SO^4 est devenue alcaline et le résidu contient du sulfure de fer, pour le ballon contenant CO^2; avec le nitrate de chaux, on a constaté $0^{gr},0037$ d'ammoniaque, sans CO^2, et $0^{gr},0113$, avec CO^2.

» Chaque sel a donc une action particulière, restant la même avec addition de CO^2. La plus énergique est celle de $NaCl$, puis viennent K^2SO^4, $CaCl^2$ et $(AzO^3)^2Ca$.

» Pour avoir la valeur vraie de ces actions, il faudrait en déduire celle qui est fournie par l'eau distillée et qui est due simplement à l'oxygène dissous. On constate alors que l'action de l'acide carbonique est prédominante et qu'elle produit seule une dissolution de fer, très importante pour l'eau distillée, le $NaCl$ et le $CaCl^2$, mais surtout redoutable en présence de sulfate alcalin.

» Si l'on répète l'expérience en fermant les vases d'une façon moins complète, de sorte qu'un petit accès soit laissé à l'air, celui-ci se diffuse par la partie supérieure et le col des ballons se recouvre d'une couche de sesquioxyde. La dose de fer dissous reste sensiblement la même, mais la proportion de fer oxydé s'accroît énormément avec le temps de contact. Avec une solution de chlorure de calcium, j'ai pu obtenir l'oxydation de 36,9 pour 100 du fer introduit.

» Cette action du fer sur le bicarbonate de chaux et sur l'acide carbonique dissous permet d'expliquer l'attaque des tuyaux et réservoirs en fer, par certaines eaux. Elle fournit aussi le mécanisme de l'épuration des eaux par le fer et de l'épuration des sirops de sucrerie par la limaille de fer [1]. »

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Chimie agricole de l'Université de Nancy.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action exercée sur les solutions de sels haloïdes alcalins par les acides qu'elles renferment.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Troost.

« La variation de la solubilité d'un sel dans l'eau, quand on ajoute à la dissolution des quantités croissantes d'un même acide, a été déjà examinée par plusieurs chimistes; j'ai moi-même étudié l'action de l'acide chlorhydrique sur plusieurs chlorures (*Comptes rendus,* t. XCI, p. 986; t. XCII, p. 242), celle de l'acide azotique sur les azotates (*Comptes rendus,* t. LXXXIX, p. 576, 641) et j'ai été conduit à reconnaître l'existence d'un certain nombre de composés formés par l'acide considéré avec le sel en question.

» Dans des Mémoires plus récents (*Ann. de Chim. et de Phys.*, [6], t. XIII, p. 132, 344; t. XVII, p. 338), M. Engel a procédé à l'examen de questions analogues, recherchant principalement les relations qui peuvent exister entre les nombres de molécules d'acide et de sel que contiennent des dissolutions en équilibre. J'ai été amené à continuer mes recherches dans le but particulier d'examiner comment la solubilité varie au voisinage des points où la courbe représentative du phénomène change de direction, espérant en tirer quelques arguments capables de justifier ou d'infirmer l'hypothèse d'après laquelle le corps dissous est soit à l'état anhydre, soit à celui d'hydrate, soit en combinaison avec l'acide mis en présence. Je me suis limité aux cas les plus simples, en étudiant seulement la manière dont se comportent les sels haloïdes de potassium et de sodium quand on les met en contact avec l'acide qui a servi à les former.

» On sait que le *fluorure de potassium* peut se combiner à l'acide fluorhydrique pour former un sel acide

$$\text{KF sol.} + \text{HF gaz} = \text{KF, HF sol}.... + 21^{\text{cal}},1.$$

» Mais, en présence de l'eau, le dégagement de chaleur se réduit à $+0^{\text{cal}},3$, de sorte que, dans la dissolution, le sel acide est partiellement décomposé, et la dissociation dépend de la quantité d'acide libre que la liqueur renferme; les nombres ci-dessous indiquent, en grammes, les poids de fluorure neutre et d'acide qui se trouvent dans une quantité de dissolution contenant 1000^{gr} d'eau, et en équilibre à $21°$:

Acide fluorhydrique.	Fluorure de potassium.
0,0	963,0
12,1	720,4
16,1	610,0
37,3	404,1
40,3	324,6
60,5	303,5
92,5	298,6
113,6	295,7
124,7	312,8
125,0	304,8
139,5	313,8
159,8	333.7
162,9	343,3
176,9	356,2
206,8	383,7
286,0	469,0
419,8	617,6
437,1	638,3
537,1	747,9
742,0	1050,0
1192,0	1695,0

» On le voit, la solubilité du fluorure diminue d'abord très rapidement quand on ajoute à la liqueur de faibles proportions d'acide, si bien que le poids de ce fluorure descend de 963 à 325 environ quand celui de l'acide varie de 0 à 40; à partir de ce moment la diminution de solubilité devient faible, la courbe qui la représente montre une portion presque horizontale, la quantité de substance dissoute passe par une valeur minimum, et, si l'on continue à faire croître le poids d'acide ajouté, la courbe se relève vivement, donnant une seconde branche qui correspond à la présence dans la liqueur de quantités de plus en plus grandes de fluorhydrate de fluorure.

» Le *fluorure de sodium* donne lieu également à la formation d'un fluorure acide dissocié par l'eau; les deux sels, neutre et acide, de sodium présentent avec les composés correspondants du potassium une différence de solubilité énorme, mais la courbe qui représente graphiquement le

phénomène affecte dans les deux cas une allure analogue. On trouve avec le fluorure de sodium, à la même température de 21° :

Acide fluorhydrique.	Fluorure de sodium.
0,0	41,7
10,0	41,4
45,8	22,5
56,5	22,7
83,8	22,9
129,7	23,8
596,4	48,8
777,4	81,7

» La solubilité diminue d'abord, puis elle passe par un minimum à partir duquel la courbe se relève quand la liqueur contient du fluorhydrate de fluorure dissous.

» Je donnerai, dans un Mémoire plus étendu, les nombres qui correspondent à l'action des bromures alcalins sur l'acide bromhydrique, et à celle des iodures sur les solutions d'acide iodhydrique; M. Engel a examiné, d'autre part (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XIII et XVII), l'acide chlorhydrique et les chlorures alcalins. Ces nombres concordent avec les déterminations calorimétriques relatives aux chlorures et aux bromures (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 437) faites par M. Berthelot, et qui l'ont conduit à conclure à l'existence de composés en voie de dissociation formés par le sel sec et l'acide anhydre.

» On peut conclure de l'ensemble de ces résultats que, en ajoutant l'acide à une solution du sel neutre, on détermine tout d'abord une diminution de la solubilité, mais elle ne croît pas sans cesse avec la quantité d'acide ajouté. A partir d'une certaine dose de ce dernier, la courbe se dirige lentement vers un minimum après lequel elle se relève en même temps que la proportion d'acide augmente. Cette variation, très remarquable avec les fluorures dont le sel acide est relativement stable, est bien moindre pour les autres sels; mais, dans leur ensemble, les courbes présentent la même allure générale, le minimum et le relèvement étant d'autant moins prononcés que le composé acide est plus difficile à former. La production de ces sels acides, plus ou moins dissociés, semble d'ailleurs masquer dans les courbes les variations qui pourraient accompagner l'hy-

dratation ou la déshydratation de ceux de nos sels qui, à la température de l'expérience, sont susceptibles de se combiner avec l'eau. »

CHIMIE. — *Sur l'action du phosphore sur le platine.* Note de M. A. GRANGER, présentée par M. Troost.

« On sait depuis longtemps que les creusets de platine dans lesquels on chauffe des substances capables de dégager du phosphore sont facilement percés, par suite de la formation d'un phosphure de platine fusible. Malgré la facilité avec laquelle ce métal s'unit au phosphore, on ne peut obtenir aisément des combinaisons bien définies et nettement cristallisées, quand on fait agir directement les deux éléments. Jusqu'à ces dernières années, on ne connaissait que le biphosphure de platine, obtenu par Schrötter en chauffant du platine divisé dans un courant de vapeur de phosphore.

» Ce n'est qu'en 1884 que deux chimistes américains, MM. Clarke et Joslin, signalèrent l'existence de plusieurs autres phosphures. D'après ces savants ([1]), le phosphore projeté sur du platine chauffé au rouge blanc se combine au métal et donne un composé défini Pt^3P^5, si l'on a la précaution de continuer à chauffer tant qu'il se dégage des vapeurs de phosphore. Le phosphure Pt^3P^5, traité par l'eau régale, se dissout partiellement et laisse un résidu insoluble de protophosphure PtP; la partie soluble dissoute renferme un corps qui n'est autre que du biphosphure de platine PtP^2.

» Il est évident qu'en chauffant le platine phosphoré à l'air, pour chasser le phosphore en excès, on se place dans des conditions très favorables à la décomposition du corps que l'on vient de former. J'ai pensé alors qu'il serait intéressant de chercher à nouveau à produire du phosphure de platine, mais en opérant cette fois d'une manière différente, c'est-à-dire en chauffant le métal à une température, aussi faible que possible, dans une atmosphère de vapeur de phosphore. Pour cela, deux nacelles de porcelaine, contenant l'une le métal, l'autre du phosphore rouge, sont placées dans un tube de verre dur, traversé par un courant de gaz carbonique; on élève alors la température progressivement jusqu'au moment où se produit la réaction, puis l'on maintient la température autant qu'on le peut et l'on arrête l'action du phosphore avant que ce dernier corps n'ait complètement distillé. Le phosphure ainsi obtenu a l'éclat métallique,

([1]) *Bull. Soc. chim.*, t. XLI, p. 636.

mais il a perdu la ténacité et la belle couleur du platine; il est gris noir et friable. Quoique l'expérience ait été recommencée plusieurs fois, il ne m'a pas été possible d'obtenir des cristaux nets.

» Avec le platine en fil ou en lame l'attaque ne commence qu'au rouge, on obtient alors un corps qui répond sensiblement au phosphure précédemment décrit. Je n'ai pas constaté toutefois que l'eau régale en sépare nettement deux corps définis; en insistant sur l'action de ce réactif j'ai pu dissoudre, avec difficulté il est vrai, la totalité du produit ([1]).

» En opérant à des températures plus élevées, on obtient des corps moins riches en phosphore et qui se rapprochent à mesure que la température s'élève du sous-phosphure Pt^2P; au rouge blanc, la masse ne retient plus que 4 pour 100 de phosphore.

» Si l'on remplace le platine par de la mousse de platine, on voit que la réaction s'effectue bien au-dessous du rouge; c'est alors du biphosphure qui se forme ([2]). Contrairement aux assertions de Schrötter, je n'ai pu dissoudre totalement ce corps dans l'eau régale; la partie dissoute s'est trouvée précisément correspondre à Pt^3P^5 ([3]). »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action du gaz chlorhydrique sur les sulfates alcalins.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. P. Schützenberger.

« La décomposition du sel marin par l'acide sulfurique comprend deux phases bien connues : la formation du bisulfate et la transformation de celui-ci en sulfate neutre. J'ai pensé que si la décomposition inverse était possible, elle présenterait également plusieurs phases, et j'ai supposé qu'entre certaines limites de température, chacune de ces phases serait assimilable à la dissociation du carbonate de chaux, ou mieux à la trans-

([1]) L'analyse donne :

Pt78,84	P21,02
Calculé pour Pt^3P^5 Pt79	P21

([2]) L'analyse donne :

Pt77,51	P22,15
Calculé pour PtP^2 Pt76,15	P23,85

([3]) Travail fait au Laboratoire de recherches de la Sorbonne.

formation du cyanogène ou paracyanogène décrite par MM. Troost et Hautefeuille. Voici les phases qui m'ont paru probables :

» 1° Comme dans le sulfate SO^4Na^2 les deux atomes de sodium ne sont pas distincts, ils seront simultanément attaqués par l'acide chlorhydrique :

(I) $SO^4Na^2 + 2HCl = SO^4H^2 + 2NaCl$.............. $+ 17^{Cal},2$

» 2° Si l'acide sulfurique qui prend ainsi naissance se trouve en présence d'un grand excès de sulfate, il se combinera à ce sel en dégageant de la chaleur et l'on aura :

(II) $2SO^4Na^2 + 2HCl = 2SO^4NaH + NaCl$........... $+ 33^{Cal},4$

» 3° Tout le sulfate étant transformé en bisulfate, il pourra se faire :

(III) $SO^4NaH + HCl = SO^4H^2 + NaCl$................ $+ 10^{Cal},1$

» 4° Dans cette dernière réaction l'acide sulfurique formé pourra donner avec SO^4NaH un des sels acides décrits par M. de Marignac, d'où au moins un quatrième état d'équilibre possible.

» Quelle que soit l'interprétation du phénomène, l'expérience m'a prouvé :

» 1° Que, contrairement à l'opinion de quelques savants autorisés, le sulfate sodique SO^4Na^2 est attaqué à froid par HCl sec;

» 2° Qu'il existe, effectivement, plusieurs séries de tensions du gaz chlorhydrique, comme si chacune de ces séries correspondait soit à l'une des phases indiquées ci-dessus, soit à divers composés encore inconnus. Ce point sera éclairci ailleurs.

» Dans deux tubes recourbés identiques et secs, introduisons 10^{gr} de sulfate de soude chauffé à 150°, et remplissons les tubes de gaz chlorhydrique séché sur de la ponce phosphorique; fermons à la lampe une de leurs extrémités et plongeons l'autre dans une cuve à mercure. De cette façon, un grand excès de sulfate se trouve au contact d'une petite quantité de gaz chlorhydrique et l'on réalise l'équilibre indiqué par l'équation (II).

» Cet équilibre, qui dégage la quantité de chaleur maxima, est le plus stable, comme le confirme l'expérience.

» On voit le mercure s'élever peu à peu dans la branche ouverte et, au bout de quelques jours, se fixer invariablement à une hauteur inférieure de 2^{mm} à la hauteur barométrique.

» Comparons deux tubes identiques, dont l'un renferme 180^{cc} de gaz HCl, l'autre 93^{cc} de HCl pour le même poids, 10^{gr}, de sulfate SO^4Na^2.

Vers 10° la tension du premier est	$\overset{mm}{2}$	La tension du deuxième est $\overset{mm}{2,5}$
100	15	15
120	23,5	23
175	77	78
120	24	24

» Il faut très longtemps pour atteindre l'équilibre, parfois vingt-quatre heures, et je n'ai considéré l'équilibre comme certain qu'après quarante-huit heures de fixité. Ces expériences parallèles prouvent que la tension du gaz HCl est indépendante de la masse du gaz chlorhydrique, ce qui est un des caractères de la dissociation hétérogène.

» *Dissociation à phases multiples.* — La lenteur avec laquelle le système se met en équilibre est une des difficultés de la question; elle m'a longtemps arrêté. Il en existe d'autres : si l'on élève d'une façon continue mais brusque la température des tubes, la tension dépasse notablement la tension maxima correspondant à la température la plus élevée. Si, par exemple, à l'aide d'un bain d'huile on élève graduellement, mais vivement, la température jusqu'à 175°, on observe des tensions qui atteignent et dépassent 200^{mm} et qui, peu à peu, reviennent à 77^{mm} ou 78^{mm}. Cela tient, sans doute, à la superposition d'une phase différente de celle que l'on observe. Cette coexistence de phases diverses dans le courant de la réaction est due à la lenteur avec laquelle l'équilibre s'établit; elle différencie cette dissociation à *phases multiples* de la dissociation à *périodes successives* observée par M. Isambert dans le cas du chlorure d'argent ammoniacal.

» J'ai tenté de mettre en évidence une seconde période d'équilibre en faisant en sorte que la molécule sulfurique libérée conformément à l'équation (I) rencontre un excès de sel au lieu de rencontrer un excès de sulfate.

» A cet effet, j'ai attaqué $2^{gr},8$ de NaCl par $1^{gr},8$ de SO^4H^2 dans un ballon de 300^{cc} préalablement rempli de HCl sec. J'ai chauffé de façon à éliminer une forte quantité de HCl; il restait environ 650^{cc} de HCl libre ou combiné. J'ai noté la pression d'équilibre aux diverses températures :

o	mm
0	128
8,2	135
37	163
100	262-320

» Pour constater qu'ici encore l'équilibre est indépendant de la masse de HCl, j'ai enlevé 145^{cc} de HCl à 8°, et j'ai constaté que, le lendemain, la pression reprenait sa valeur habituelle et la conservait indéfiniment. Il existe donc un second état d'équilibre qui devient incertain dès que la température s'élève, à cause d'une réaction secondaire sur laquelle je reviendrai ailleurs.

» Quant au système $SO^4NaH + HCl = SO^4H^2 + NaCl$, l'expérience directe prouve que, au bout de six heures, dans la glace fondante, la tension maxima dépasse $2^m,65$ de mercure. Il y a donc là un troisième état d'équilibre qui expliquerait le dégagement du gaz chlorhydrique dans le contact du sel marin et de l'acide sulfurique.

» M. Berthelot prescrit d'éviter l'emploi du principe du travail maximum dans les réactions limitées. Or, si l'acide chlorhydrique déplace vraiment l'acide sulfurique conformément aux trois équations ci-dessus, il est remarquable que, dans les réactions qui se font et qui sont limitées, ce soit encore la réaction la plus stable qui dégage le plus de chaleur. Il est donc important de savoir s'il y a déplacement de l'acide sulfurique par l'acide chlorhydrique ou formation de composés complexes inconnus jusqu'ici. L'étude de la réaction du gaz HCl sur les sulfates métalliques de cuivre, de plomb, etc., m'a permis de trancher cette question. Je me contente aujourd'hui de montrer que l'action de l'acide chlorhydrique sur le sulfate de soude est une succession, ou mieux une superposition de phénomènes de dissociation hétérogène. »

CHIMIE. — *Sur la réduction du wolfram par le charbon au four électrique.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. H. Moissan.

« En réduisant l'acide tungstique pur par le charbon de sucre au four électrique, M. Moissan [1] a obtenu le tungstène pur, dont il a donné les propriétés et l'analyse. A la suite de cette publication nous avons pensé qu'il serait intéressant de répéter ces expériences sur le minerai même de tungstène, c'est-à-dire sur le wolfram.

» Nos échantillons de wolfram provenaient de Zumwald (Bohême);

---

(1) H. Moissan, *Recherches sur le tungstène* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 13); et *Préparation au four électrique de quelques métaux réfractaires : tungstène, molybdène, vanadium* (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1225).

nous en avons fait d'abord l'analyse sur un échantillon moyen préparé avec soin.

» *Analyse du wolfram.* — On attaque le minerai par un mélange à parties égales de carbonates de potassium et de sodium en fusion et on la maintient tranquille de quinze à vingt minutes.

» La masse verte que l'on obtient est traitée par l'eau; on ajoute un peu d'alcool et l'on porte à l'ébullition : le manganèse se précipite et la liqueur devient incolore; on reprend le tout par un excès d'acide chlorhydrique : les oxydes de fer et de manganèse se dissolvent et un léger précipité blanc apparaît; on évapore à sec au bain-marie puis à l'étuve à air à 125°, en prenant les précautions indiquées par M. Moissan pour le dosage de la silice dans l'aluminium (1). On reprend par l'eau acidulée chlorhydrique, on filtre, on lave d'abord par décantation puis sur le filtre, en se servant d'eau chargée d'azotate d'ammonium. Dans la liqueur on dose le fer, le manganèse, la chaux; la partie restée sur le filtre est séchée et calcinée : on a l'acide tungstique et la silice; le mélange des deux acides est traité par le bisulfate de potassium en fusion pour séparer la silice.

» Nous avons obtenu ainsi pour un échantillon moyen :

	I.	II.
TuO^3	71,76 pour 100	72,17 pour 100
SiO^2	1,69 »	1,93 »
FeO	7,60 »	3,36 »
MnO	16,30 »	15,50 »
CaO	2,28 »	1,98 »

» *Réduction du wolfram.* — On prépare un mélange de wolfram et de charbon de sucre, ce dernier dans la proportion de 14 pour 100 de minerai; on place le tout dans le creuset du four électrique de M. Moissan et on le soumet pendant douze minutes à l'action calorifique d'un arc de 950 à 1000 ampères et de 50 à 60 volts. On obtient une masse métallique fondue et au-dessus une série qui s'en détache très facilement grâce à une petite quantité de carbure de calcium qui l'entoure, ce dernier ne tarde pas à se déliter à l'air.

» *Analyse de la partie métallique.* — Le culot parfaitement fondu possède une cassure à grain fin et une dureté semblable à celle du carbure de tungstène. Comme lui, au rouge sombre, il brûle dans un courant de chlore et est attaqué, avec incandescence, par un mélange d'azotate de potassium (8 parties) et de carbonate (2 parties); il contient, outre le tungstène, du silicium, du fer, du carbone.

» Pour doser ces corps, on en traite une petite quantité finement pulvérisée, avec quelques précautions, par un mélange en fusion d'azotate de potassium (6 parties) et de carbonate (2 parties). La masse blanche (sa couleur démontre qu'elle ne contient pas de manganèse) que l'on obtient ainsi est reprise par l'eau, on traite le tout par l'acide chlorhydrique et l'on opère ensuite comme pour l'analyse du wolfram.

» Pour doser le carbone, on chauffe dans un courant de Cl; le résidu est ensuite

(1) H. Moissan, *Analyse de l'aluminium et de ses alliages*, t. CXXI, p. 851.

porté au rouge sombre dans l'hydrogène puis brûlé dans l'oxygène; du poids de l'acide carbonique obtenu on en déduit la quantité de carbone.

» On obtient ainsi :

	I.	II.
Tungstène	92,53	92,65
Silicium	0,49	0,51
Fer	2,37	2,15
Carbone total	5,21	4,96

» *Analyse de la scorie.* — Elle est sans odeur, d'aspect cristallisé, n'est pas homogène; la partie qui se trouve au contact de la masse métallique est noire, l'autre est d'un gris rosé; elle contient du tungstène, du fer, de la chaux, de la silice. Le tungstène y est combiné et libre; on met ce dernier en évidence en attaquant la scorie par l'acide chlorhydrique concentré; on chauffe et, en insistant, la liqueur surnageante d'abord et incolore, devient bleue par suite de la réduction due au dégagement d'hydrogène fourni par le métal.

» L'analyse de cette scorie a été faite comme celle d'un silicate insoluble dans les acides; elle a fourni les chiffres suivants :

	I.	II.
TuO^3	10,60	10,90
SiO^2	1,41	1,10
Fe^2O^3	4,35	4,10
CaO	87,98	87,92

» En diminuant le temps de chauffe (8 minutes au lieu de 12), nous avons obtenu une masse métallique mais spongieuse qui ne contenait plus que 0,5 pour 100 de manganèse et 5 pour 100 de fer et ne renfermait pas de carbone.

» *Conclusions.* — Un échantillon de wolfram, dont nous avons donné l'analyse, peut donc être réduit par le charbon avec facilité au four électrique et fournir de suite un métal assez pur : le manganèse et le calcium ont complètement disparu, le silicium et le fer ont diminué dans une notable proportion; ces réactions sont produites en partie grâce à la température élevée du four électrique et grâce à la scorie qui s'est formée. Elles semblent bien démontrer que le traitement direct des minerais au four électrique pourra produire des métaux assez purs pour entrer directement dans la pratique industrielle ([1]). »

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Nouveaux exemples de dispersion rotatoire normale.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **P.-A. Melikian**, présentée par M. Friedel.

« Grâce à l'obligeance de M. Le Bel et de M. A. Werner, qui ont bien voulu mettre à notre disposition un certain nombre de corps actifs provenant de leurs collections particulières, nous avons pu effectuer une nouvelle série de mesures de dispersion rotatoire, dont nous publions aujourd'hui les résultats.

» Le dispositif expérimental que nous avons adopté est celui des cuves filtrantes de M. Landolt, déjà mentionné dans une Note publiée par l'un de nous, en collaboration avec M. Jordan ([1]).

» Nos déterminations sont consignées dans le Tableau suivant, dans lequel les corps ont été rangés dans l'ordre des valeurs croissantes des déviations dans le rouge. Les composés 1, 5, 12, 13, 14 proviennent de la collection de M. Le Bel qui les a décrits antérieurement ([2]). Les corps 2, 3, 4, 6, 8, 9 nous ont été fournis par M. Werner, qui les a obtenus au cours de recherches avec M. J. Ravitzer ([3]). Enfin, les dérivés amyliques 7, 10, 11 ont été préparés ici par M[lle] Welt ([4]).

» Il convient d'ajouter que la plupart des corps que nous avons examinés étaient en très petite quantité et n'ont pu être redistillés avant les mesures.

Tableau I. — *Déviations* α *pour* $L = 0^{dcm},5$.

	Rouge.	D.	Vert.	Bleu.	Violet.
1. Oxyde de propylène	+ 0,43	+ 0,45	+ 0,58	+ 0,64	+ 0,85
2. β-méthyladipate d'isobutyle	+ 0,84	+ 1,43	+ 1,62	+ 2,13	+ 2,61
3. » d'éthyle	+ 0,87	+ 1,11	+ 1,33	+ 1,62	+ 2,15
4. » de propyle	+ 0,92	+ 1,07	+ 1,40	+ 1,71	+ 2,09
5. Chlorure d'amyle secondaire	+ 1,23	+ 1,33	+ 1,90	+ 2,22	+ 2,64
6. 2-6-méthyl-3-octanonate de méthyle	+ 1,33	+ 1,82	+ 1,97	»	»
7. Oxyde de phénylamyle	+ 1,43	+ 1,67	+ 2,32	+ 2,56	+ 3,50
8. β-méthyladipate de méthyle	+ 1,67	+ 1,91	+ 2,44	+ 2,78	+ 3,35
9. » d'isopropyle	+ 2,26	+ 3,36	+ 3,65	+ 4,08	+ 4,84

(1) Guye et Jordan, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 833.

(2) Le Bel, *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XXXIV, p. 219; et 3e série, t. IX, p. 678.

(3) Ces composés seront décrits dans un Mémoire qui paraîtra prochainement.

(4) Welt, *Bull, Soc. chim.*, 3e série, t. XI, p. 1178; et t. XIII, p. 186; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VI, p. 115.

	Rouge.	D.	Vert.	Bleu.	Violet.
10. Amylacétate de méthyle...........	+ 2,39	+ 2,97	+ 3,87	+ 3,97	+ 4,74
11. Diamyle.........................	+ 3,58	+ 4,48	+ 5,49	+ 5,83	+ 7,50
12. Lactate de méthyle...............	− 3,60	− 4,29	− 4,93	− 5,30	− 5,94
13. Butyryl-lactate de méthyle........	−15,29	−19,70	−22,21	−25,86	−30,05
13. Acétyl-lactate de méthyle.........	−20,97	−26,24	−31,97	−34,22	−40,97

» A part le lactate de méthyle, qui, comme corps hydroxylé, pourrait être partiellement polymérisé, tous les composés qui figurent daus ce Tableau appartiennent à des groupes chimiques dans lesquels les liquides sont formés de molécules simples. On constate que tous ces corps présentent la dispersion rotatoire normale [1]; c'est la confirmation des résultats obtenus par M. Jordan et l'un de nous.

» Dans un second Tableau, nous avons inscrit les valeurs des densités des liquides précédents, déterminées aux mêmes températures que les déviations polarimétriques. Avec ces éléments et les précédents, nous avons calculé les pouvoirs rotatoires spécifiques par rapport à la raie D du sodium, ainsi que les dispersions rotatoires spécifiques.

Tableau II.

	Densités.	Temp.	$[\alpha]_D$.	$[\alpha]_{v-r}$.
Oxyde de propylène.....................	0,820	23,5	+ 1,10	+ 1,02
β-méthyladipate de propyle..............	0,978	16,5	+ 2,19	+ 2,39
β-méthyladipate d'éthyle................	0,986	18	+ 2,25	+ 2,70
β-méthyladipate d'isobutyle..............	0,950	18	+ 3,01	+ 3,73
Chlorure d'amyle secondaire.............	0,851	23	+ 3,13	+ 3,32
Oxyde de phénylamyle..................	0,924	24	+ 3,62	+ 4,14

(1) Nous n'avons trouvé qu'un seul exemple de dispersion anormale avec un liquide non polymérisé; c'est la chloracétine du propylglycol (Le Bel) qui a donné les résultats suivants :

	Rouge.	D.	Vert.	Bleu.	Violet.
Pour L = 0,5.....	$\alpha = +0,52$	+0,30	+0,49	+0,44	+0,63

» Mais il convient de remarquer que ce composé, auquel on attribue la formule

$$CH^3.CH(OCO\,C^3),\ CHH^2Cl,$$

pourrait très bien contenir une certaine quantité de l'isomère

$$CH^3.CHCl.CH^2(OCO\,CH^3);$$

cela résulte, du moins, de son mode de formation par l'action successive, sur le propylglycol actif, du pentachlorure de phosphore et du chlorure d'acétyle. Le liquide ainsi obtenu étant un mélange, peut très bien présenter la dispersion anormale.

	Densités.	Temp.	$[\alpha]_D$.	$[\alpha]_{v-z}$.
β-méthyladipate de méthyle............	1,050	17	+ 3,64	+ 3,16
2-6-méthyl. 3 octanonate de méthyle......	0,950	16	+ 3,83	»
β-méthyladipate d'isopropyle............	1,034	16	+ 6,54	+ 4,99
Lactate de méthyle.....................	1,080	16	— 7,95	— 4,33
Butyryl-lactate de méthyle...............	1,019	20	—38,68	—28,65
Acétyl-lactate de méthyle...............	1,080	15	—48,60	—36,97

» Les corps étant rangés par valeurs croissantes de $[\alpha]_D$ (valeurs absolues), on remarque que les dispersions rotatoires spécifiques (dernière colonne) restent du même ordre de grandeur; elles ne sont cependant pas proportionnelles aux pouvoirs rotatoires spécifiques. C'est encore la confirmation des résultats antérieurs déjà cités ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation des camphophénols sulfonés en orthocrésol dinitré.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

« Nous avons montré qu'en traitant le camphre monochloré normal par l'acide sulfurique concentré à une température relativement basse, nous obtenions plusieurs corps nouveaux possédant la fonction phénolique, c'est-à-dire donnant des éthers, bleuissant le perchlorure de fer et ayant fixé le résidu SO^3H, formant ainsi de véritables composés sulfonés ([2]).

» Deux de ces phénols sulfonés se sont formés avec départ de méthyle, dûment constaté dans la réaction, et correspondent aux deux formules isomériques

$$C^9H^{12}(SO^2)(OH)^2O \text{ et } C^9H^{12}(SO^3H)(OH)O.$$

» Nous les avons appelés *améthylcamphophénolsulfone* et *acide améthylcamphophénolsulfonique* pour rappeler leur origine en attendant qu'une dénomination plus rationnelle ressorte de leur constitution, quand elle sera mieux connue.

» Nous avons publié postérieurement un Mémoire montrant que ces deux phénols sulfonés, que nous avons plus spécialement étudiés au milieu de plusieurs autres congénères, donnent un propylnitrophénol ([3])

([1]) Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université.

([2]) *Bull. Soc. chim.*, t. III, p. 678; 1890, et t. IV, p. 715.

([3]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. VII, p. 251, et t. IX, p. 30.

au contact de l'acide azotique étendu d'un peu d'eau et à la chaleur du bain-marie.

» Incidemment, nous avons signalé l'action à froid de l'acide azotique fumant ([1]), qui nous avait paru donner un corps correspondant à la formule d'un dérivé tétranitré $C^9H^8O(AzO^2)^4(SO^2)(OH)^2$.

» Le dosage de l'azote et du baryum concordait avec cette formule pour le dérivé barytique analysé. Un examen insuffisant de ce corps, mal purifié et obtenu en petite quantité, nous avait indiqué la persistance du groupe sulfonique. De là la formule hypothétique calculée correspondant à un dérivé tétranitré. Ce prétendu dérivé n'existe pas.

» Nous en avons repris l'étude et nous l'avons reconnu identique avec l'orthocrésol dinitré.

» I. Pour l'obtenir, on introduit le corps $C^9H^{12}(SO^2)(OH)^2O$ ou son isomère, réduits en poudre, dans cinq fois leur poids d'acide azotique fumant, refroidi entre 0° et 10°.

» Le corps brunit, puis se dissout. Après quelques minutes de contact, on projette le mélange dans trois fois son poids d'eau glacée. Un corps jaune se précipite qu'on recueille et qu'on lave à l'eau froide. On fait cristalliser plusieurs fois dans dix fois son poids d'alcool bouillant à 93°. Les rendements sont de 50 pour 100 environ.

» Le corps obtenu de sa cristallisation dans l'alcool se présente sous forme de longues aiguilles d'un beau jaune, peu solubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'alcool, fondant à 86°-87°. La vapeur d'eau l'entraîne à la distillation. A la température ordinaire, il émet des vapeurs et jaunit le papier qui le recouvre. Sa puissance colorante est considérable; il teint la laine et la soie sans mordant.

» L'analyse élémentaire du corps correspond exactement à la formule $C^7H^5(AzO^2)^2OH$.

» Son poids moléculaire, pris par voie cryoscopique au sein du benzène, correspond à 192,2; la théorie exige 198.

» L'analyse des sels de l'éther acétique confirme cette formule.

» Chauffé pendant trois heures avec un excès d'ammoniaque à 180°, suivant la méthode de Barr appliquée aux crésols nitrés, ce corps nous a fourni une dinitrotoluidine fusible à 208°, qui est la dinitro-*o*-toluidine.

» Le point de fusion de notre dinitrocrésol, soit 86°-87°, et la production de cette dinitro-*o*-toluidine nous ont permis de l'identifier avec l'orthodinitro-crésol

$$C^6H^2(CH^3)_{(1)}(OH)_{(2)}(AzO^2)^2_{(3.5)},$$

que Nevil et Winther ont obtenu en traitant les acides diazotoluolsulfonique et crésylol-sulfonique par l'acide azotique étendu et chaud ([2]), ou

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 964, et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. IV, p. 718.
([2]) *D. Chem. G.*, t. XIII, p. 1946.

encore que Noelting et Salis ont produit par la nitration du dérivé diazoïque de la nitro-*o*-toluidine [1].

» Cette formation d'orthocrésol comme d'un propylphénol aux dépens du camphre prouve d'une façon péremptoire que si le camphre n'a pas pour noyau le paracymène, du moins doit-il être représenté par une molécule à chaîne fermée où le propyle sera manifestement en germe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hexadiinediol.* Note de M. **R. Lespieau**, présentée par M. Friedel.

« Pour préparer le glycol biacétylénique en C^6

$$CH^2OH - C \equiv C - C \equiv C - CH^2OH,$$

je suis parti du précipité cuivreux que fournit l'alcool propargylique quand on l'agite avec le sous-chlorure de cuivre ammoniacal; on oxyde ce précipité par le ferricyanure de potassium et l'on extrait le produit de la réaction en agitant avec beaucoup d'éther. C'est un corps solide, bien cristallisé, fondant à 111°-112°. Quand il n'a pas été soumis à l'action de la chaleur ou de la lumière, il est blanc; sinon jaune ou rosé. Il se dissout dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'acide acétique. Ces dissolutions, exposées au soleil, laissent déposer quelques flocons. Un bon agent de purification de ce glycol, c'est le benzène bouillant, qui l'abandonne par refroidissement. L'hexadiinediol chauffé se décompose vivement, en laissant un volumineux résidu de charbon. Il fixe 4 atomes de brome à — 15° en solution chloroformique.

» Afin de bien établir l'existence de deux fonctions alcooliques dans ce composé, j'en ai préparé la diacétine, en le chauffant pendant deux heures au réfrigérant ascendant, avec un grand excès d'anhydride acétique et un peu de chlorure de zinc. On chasse l'acide en maintenant le tout pendant quelque temps à 100°, sous une pression de 20^{mm}. Le résidu est repris à l'éther pour éliminer un peu de charbon; l'évaporation de ce dissolvant fournit une pâte d'où le benzène permet d'extraire la diacétine cherchée. C'est un corps solide fondant à 35°. Il a fourni de bons nombres à l'analyse; la saponification à 100°, par la baryte titrée, a indiqué un peu plus d'acide nitrique que ne l'exigerait la théorie (1 pour 100), mais la masse avait bruni et il y a tout lieu d'admettre que, à chaud, le glycol n'est pas sans action sur la base.

» L'éther diméthylique de l'hexadiinediol s'obtient comme le glycol,

---

[1] *D. Chem. G.*, t. XIV, p. 987.

mais à partir de l'éther méthylpropargylique. C'est un liquide incolore, devenant rouge brun à la lumière. Il fond à — 9° et distille à 104°,5-105°,5 sous la pression de 12mm à 13mm de mercure. Sa densité à 0° égale 0,9969. Quand on le chauffe, il rougit, puis fuse en devenant incandescent. A — 15°, en solution chloroformique, il ne décolore également que 4 atomes de brome. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des bornéols et de leurs éthers.* Note de M. J. **Minguin**, présentée par M. Friedel.

« Grâce aux travaux de M. de Montgolfier (1) et de M. A. Haller (2), on sait qu'il existe quatre bornéols stéréoisomères, répondant à la formule brute $C^{10}H^{18}O$.

» Pour les représenter, nous adopterons les notations suivantes, proposées par M. Haller (3) :

Bornéol droit de Dryobalanops ou bornéol droit artificiel qui lui est identique	$\overset{+}{\alpha}$
Bornéol gauche de N'ghaï, de garance, de valériane...........	$\overset{-}{\alpha}$
Isobornéol droit	$\overset{+}{\beta}$
Isobornéol gauche	$\overset{-}{\beta}$

» Cette isomérie des camphols se poursuit dans tous leurs dérivés et, en particulier, dans leurs succinates.

» Comme ces éthers cristallisent facilement, nous avons pensé qu'il serait intéressant de comparer leurs propriétés cristallographiques entre elles.

» Mais, avant de faire connaître le résultat de ces recherches, nous croyons devoir insister sur la préparation de la matière première qui a servi à ces expériences.

» Nous allons d'abord décrire la méthode qui nous a d'abord permis d'obtenir du bornéol artificiel droit $\overset{+}{\alpha}$ en grande quantité. On sait, d'après les travaux de M. de Montgolfier et de M. Haller, que le bornéol obtenu par hydrogénation du camphre,

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XIV, p. 59.
(2) *Id.*, 6e série, t. XXVII, p. 392.
(3) *Deuxième Suppl. au Dict. de Wurtz*, p. 856.

que ce soit au moyen de la méthode de M. Baubigny ou de n'importe quelle autre méthode, est un mélange de camphol droit $\overset{+}{\alpha}$ et d'isocamphol gauche $\overset{-}{\beta}$.

» Pour isoler le camphol droit $\overset{+}{\alpha}$, de pouvoir rotatoire + 37°, de Montgolfier ([1]) transforme le mélange de camphols $(\overset{+}{\alpha}\,\overset{-}{\beta})$ en acétate, refroidit cet acétate et essore la partie qui se solidifie. Cette masse solide cristallise dans l'éther de pétrole en beaux cristaux d'acétate de bornéol droit qui, saponifié, donne du bornéol de pouvoir rotatoire + 37°.

» De cette façon, on obtient peu de camphol relativement à la quantité qui se trouve dans le mélange dont on est parti. Cela résulte de ce que l'acétate droit reste dissous dans l'acétate d'isocamphol qui, à cette température, est encore liquide. Pour retirer cet acétate droit, nous nous sommes appuyé sur une propriété des éthers de bornéols que nous avons déjà relatée ([2]), à savoir que la vitesse d'oxydation des isocamphols par l'acide chromique est beaucoup plus rapide que celle des camphols.

» Nous avons donc fait agir l'acide chromique sur le mélange des acétates en solution acétique. Une partie de l'acétate d'isocamphol se trouve détruit; on lave au carbonate de sodium et à l'eau, on reprend par l'éther, on évapore la solution éthérée et l'on soumet au refroidissement. La partie solide essorée est purifiée par cristallisation dans l'éther de pétrole. En saponifiant les cristaux ainsi obtenus, on obtient du bornéol de pouvoir rotatoire + 37°.

» La partie qui ne s'est pas solidifiée est de nouveau soumise à une oxydation suivie d'un refroidissement, etc. Ces deux méthodes combinées permettent, comme nous l'avons constaté, de retirer la majeure partie du bornéol droit renfermé dans un mélange d'acétates $(\overset{+}{\alpha}\overset{-}{\beta})$. Le bornéol gauche $\overset{-}{\alpha}$ dont nous sommes parti était du bornéol de N'ghaï dû à l'obligeance de M. Haller.

» L'isocamphol $\overset{-}{\beta}$, qu'on peut supposer toujours souillé d'un peu de camphol droit, a été obtenu en suivant le procédé de Montgolfier ([3]).

» A propos des isocamphols, nous ferons une remarque sur l'instabilité qu'on leur attribue. On sait que quand on éthérifie un mélange de bornéol $(\overset{+}{\alpha}\overset{-}{\beta})$, où le premier domine, de pouvoir rotatoire droit A, et que l'on saponifie ensuite l'éther obtenu, on tombe sur un mélange de pouvoir rotatoire droit $A_1 > A$. M. de Montgolfier admettait qu'il y avait rétrogradation, c'est-à-dire transformation d'une partie de l'isocamphol en camphol. Or, il n'en est rien; dans ces conditions l'isocamphol ne change pas; ce qui fait croire à une rétrogradation provient d'une différence dans la vitesse et la puissance d'éthérification, car si l'on part d'un isobornéol de pouvoir rotatoire voisin de — 34°, c'est-à-dire renfermant peu de bornéol droit, que

([1]) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1878.
([2]) *Soc. chim.*, t. XV, XVI, p. 344.
([3]) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*. 1878.

l'on éthérifie, et que l'on saponifie ensuite l'éther obtenu, on retombe sur le même pouvoir rotatoire — 34°. Cette expérience est tout à fait concluante ; car, étant donné que la presque totalité du bornéol est formée d'isocamphol, nous aurions dû constater un maximum de rétrogradation et le pouvoir rotatoire du bornéol régénéré aurait dû être (— A), A étant $< 34°$.

» Dans une prochaine Communication nous nous proposons de donner les résultats des déterminations cristallographiques opérées sur les succinates de ces divers bornéols [1]. »

CHIMIE ANIMALE. — *Du point de congélation du lait. Réponse à une Note de MM.* Bordas *et* Génin. Note de M. **J. Winter**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 31 août 1896), MM. Bordas et Génin ont contesté la constance de la température de congélation du lait, que j'ai signalée *le premier*, il y a un peu plus d'un an (*Comptes rendus*, 11 novembre 1895). Mes conclusions reposaient sur l'examen d'une *cinquantaine* de laits authentiques, de diverses espèces animales, et sur l'étude comparée d'un grand nombre d'autres liquides physiologiques. Cette comparaison révèle d'importantes relations générales, applicables au lait comme aux autres sécrétions et humeurs.

» J'ai montré, par des exemples [2], que les variations du point de congélation du lait, dues à l'addition d'eau, sont, dans d'assez grandes limites de dilution, proportionnelles à cette addition. Cela permet de calculer exactement et simplement le mouillage. Aucune autre méthode ne peut actuellement conduire à ce résultat.

» M. Hamburger a, d'ailleurs, confirmé l'exactitude de mes conclusions [3].

» D'après la Note de MM. Bordas et Génin, la température de congélation du lait peut subir de très grandes variations. Les plus grandes oscillations qu'il m'a été donné de constater sont de $\pm\frac{1}{100}$ et $\frac{2}{100}$ de degré.

---

(1) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy, laboratoire de M. Haller.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, n° 24 ; 1895.

(3) *Chemisches Centralblatt*, 19 août 1896, d'après le *Journal de Clinique et de Thérapeutique infantiles* du 29 octobre 1896.

MM. Bordas et Génin parlent de variations de $\frac{1}{10}$ de degré ; j'aurais donc commis de bien grossières erreurs d'observation.

» J'ai voulu, *avant de répondre à cette Note,* refaire une nouvelle série de déterminations. Je donne ci-après mes nouveaux résultats. Le thermomètre qui m'a servi permet d'apprécier le $\frac{1}{100}$ de degré. Comme MM. Bordas et Génin, j'ai pris, cette fois, tous mes laits à Paris, avec toutes les garanties d'authenticité désirables ([1]). Sauf mention spéciale, chaque échantillon différent est d'une vache différente. Les uns sont du *commencement*, les autres de la *fin* de la traite.

» Δ est l'abaissement observé du point de congélation, R le résidu et D le poids spécifique du lait examiné.

Nos d'ordre.			Δ.	R.	D.
			o	o/o	
1	Lait de Paris,	commencement.	0,560	12,00	1,0293
		même vache....			
2	»	fin............	0,560	16,29	1,0326
3	»	commencement.	0,540	12,77	1,0347
4	»	fin............	0,545	16,07	1,0325
5	»	milieu.........	0,545	15,42	1,0334
6	»	commencement.	0,550	10,55	1,0311
		même vache....			
7	»	fin............	0,540	17,85	1,0286
8	»	commencement.	0,540	10,65	1,0301
9	»	commencement.	0,560	12,05	1,0302
10	»	fin............	0,550	17,60	1,0270
11	»	fin............	0,550	12,10	1,0249
12	»	fin............	0,560	15,10	1,0294
13	»	fin............	0,550	17,60	1,0239
14	»	commencement.	0,550	11,20	1,0305
		même vache....			
15	»	fin............	0,55	15,25	1,0281
16	»	commencement.	0,55	11,25	1,0302
17	»	commencement.	0,55	15,70	1,0336
18	»	commencement.	0,55	12,50	1,0419
19	»	commencement.	0,56	11,80	1,0330
20	»	commencement.	0,56	12,75	1,0343
21	»	commencement.	0,57	14,90	1,0300
22	»	fin............	0,55	18,90	1,0253
23	»	commencement.	0,55	14,95	1,0295
		même vache....			
24	»	fin............	0,55	18,60	1,0252

([1]) Tous les laits ont été pris au pis de la vache, sauf les deux derniers de la liste.

Nos d'ordre.			Δ.	R.	D.
				0/0	
25	Lait de Paris, fin		0,56	14,270	1,0274
26	»	commencement. / même vache....	0,55	11,254	1,0315
27	»	fin	0,56	16,34	1,0261
28	»	commencement.	0,55	12,30	1,0311
29	»	commencement.	0,56	10,18	1,0306
30	»	fin	0,555	12,75	1,0283
31	»	fin	0,545	17,30	1,0249
32	»	commencement. / même vache....	0,54	11,15	1,0300
33	»	fin	0,55	13,90	1,0239
34	»	commencement.	0,55	10,40	1,0291
35	»	commencement.	0,56	15,53	1,0335
36	»	fin	0,55	11,95	1,0252
37	»	fin	0,55	15,77	1,0241
38	»	fin	0,55	15,75	1,0373
39	»	commencement.	0,54	13,40	1,0343
40	»	commencement.	0,55	11,00	1,0331
41	»	fin	0,55	16,80	1,0266
42	»	fin	0,55	19,55	1,0285
43	»	commencement.	0,55	12,90	1,0282
44	Lait du Jardin d'acclimatation.		0,56 comm.	15,60	1,0276
45	»	commencement.	0,57	14,50	1,0284
46	»	commencement.	0,56	15,75	1,0307
47	»	commencement.	0,55	11,80	1,0261
48	»	commencement.	0,55	15,22	1,0316
49	»	commencement.	0,55	14,77	1,0506
50	Ferme de Grignon (échantillon commercial)....		0,56	12,80	1,0319
51	Lait d'Auneau (E.-et-L.).....		0,56	15,015	1,0303

» Je rappelle que le Δ du sérum sanguin est sensiblement 0°,556. 27 des 51 échantillons ci-dessus marquent cet abaissement; 2 s'en écartent à moins de $\frac{1}{200}$, et peut-être y a-t-il là à invoquer l'état de surfusion; les autres n'en diffèrent que de $\frac{2}{100}$.

» Comme je n'ai fait aucun choix des vaches et que je puis fournir les adresses des maisons où ces échantillons ont été prélevés; comme, d'autre part, la question est, au point de vue pratique, des plus importantes, je me vois forcé, sur la foi des 100 et quelques échantillons authentiques que j'ai examinés sans trouver une seule exception, de maintenir mes conclusions premières, à savoir que la détermination de son point de cougélation est actuellement la plus simple, la plus rigoureuse et la plus

rapide des méthodes d'examen du lait. Tout lait alimentaire non suspect ne doit, au cryoscope, s'écarter que de *un* ou, au plus, *deux centièmes* de son axe d'oscillation, qui est 0°,55. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse optique des urines et dosage exact des protéides, des glucosides et des matières saccharoïdes non fermentescibles.* Note de M. **Frédéric Landolph.**

» 1° *Sucre dans les urines.* — L'urine normale et saine renferme toujours de $0^{gr},01$ à $0^{gr},20$ de sucre par litre; le dosage exact ne peut être fait que seul par la fermentation. A partir de $0^{gr},40$ par litre de sucre, le médecin doit porter son attention sur un développement lent et progressif du diabète, lequel peut être regardé comme nettement déclaré à partir de 2^{gr} par litre de sucre fermentescible. Il n'y a que les urines malades, contenant de l'albumine, du pus, etc., qui souvent ne renferment aucune trace de sucre.

» 2° *Dosage optique du sucre.* — Le saccharimètre est généralement impuissant à démontrer la présence de 1^{gr} à 2^{gr} de sucre par litre, parce que l'urine normale dévie toujours de 1° à 3° à gauche. Ce n'est qu'à partir de 2° à 3° de déviation à droite, que nous sommes à peu près certains de la présence du sucre dans les urines, et ce n'est qu'à partir de 10^{gr} par litre que le diabétomètre nous donne des résultats assez exacts, et d'autant plus exacts que la quantité en est plus élevée. Donc, pour obtenir des résultats indiscutables au-dessous de 10^{gr} par litre, il est indispensable d'avoir recours à la fermentation, tandis que pour des quantités au-dessus de 20^{gr} par litre les deux procédés donnent sensiblement les mêmes résultats.

» 3° *Coefficient direct et coefficients indirects de réduction.* — Le coefficient direct de réduction ne peut être obtenu qu'avec l'*urine bouillie et filtrée*, parce que l'urine crue dans le traitement par le liquide cupropotassique tient toujours en suspension une certaine quantité de protoxyde de cuivre. On emploie sur 10^{cc} d'urine bouillie et filtrée 10^{cc} d'eau et 40^{cc} de la solution de Fehling; on porte à l'ébullition et l'on y maintient le mélange, une fois la réaction commencée (ce qui généralement exige une durée de trois à cinq minutes), pendant vingt minutes. On filtre, on lave le protoxyde de cuivre avec de l'eau bouillante, on sèche et l'on calcine. Le poids de l'oxyde de cuivre obtenu, calculé pour mille, donne

le coefficient *direct* de réduction; le tiers de ce poids donne assez bien la quantité de matières saccharoïdes non fermentescibles dans un litre d'urine, en déduisant toutefois la quantité d'oxyde correspondant au sucre fermentescible et la quantité d'oxyde correspondant à l'acide urique et dont une partie est à peu près équivalente à quatre parties d'oxyde de cuivre.

» *Une quantité au-dessus de* 3^{gr} *par litre de matières saccharoïdes non fermentescibles est le signe précurseur certain du diabète. De plus, pour ces sortes d'urines à fortes dispositions diabétiques, la durée d'introduction de réaction ne dépasse souvent pas une demi-minute.*

» Pour obtenir les *coefficients indirects de réduction*, on dédouble d'abord, sur l'urine crue et ensuite sur l'urine bouillie et filtrée, par les acides minéraux, la mucine et les autres protéides analogues, de même que les glucosides. Ensuite on fixe sur les urines traitées ainsi, filtrées et ramenées au volume primitif, les coefficients de réduction comme pour la détermination du coefficient direct de réduction. La différence des chiffres des deux coefficients indirects donne la quantité de mucine, etc., en oxyde de cuivre, et la différence entre le coefficient direct de réduction de l'urine bouillie et filtrée et le coefficient indirect de cette même urine bouillie et filtrée, donne la quantité des glucosides en oxyde de cuivre et dont le tiers représente alors le poids de ces composés.

» 4° *Examen polaristrobométrique des urines.* — Lorsqu'une urine renferme du pus et des éléments pathogènes analogues, la déviation à gauche dans le très sensible polaristrobomètre de MM. Pfister et Streit devient plus forte, arrive à 5° et même jusqu'à 8°, ce qui est dû évidemment à la force polarisatrice des noyaux des leucocytes granulés de pus. Dans ce cas, il arrive même que le *champ visuel devient totalement obscur dans une étendue de plusieurs degrés*. Ce fait singulier est surtout très important lorsque sous le microscope les cellules et les granulations de pus ont déjà disparu, puisque alors ce procédé seul permet de savoir de suite s'il y a eu antérieurement présence d'éléments pathogènes ou non, ce qui, dans beaucoup de cas, est d'une grande importance pour le médecin.

» Des études analogues se poursuivent, pour reconnaître et doser les composés organiques azotés précédant l'albuminurie. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Observations générales sur les blés.* Note de M. **Balland**.

« Les observations qui suivent reposent sur l'examen de 300 échantillons de blés : les analyses, faites dans les mêmes conditions, ont été publiées, dans ces dernières années, par la *Revue du service de l'Intendance militaire*. Les échantillons, de provenance authentique, représentent la qualité moyenne des principaux blés du marché français.

» 1. Il n'y a pas de rapport entre le poids moyen des grains et l'essence des blés; on trouve des blés tendres, durs et métadins dont le poids moyen est identique.

» Il n'y a également aucun rapport général à établir entre le poids moyen des grains et le poids des blés à l'hectolitre; cependant, pour quelques variétés de même provenance, les azima Nicolaïeff par exemple, on constate que le poids moyen des grains baisse lorsque le poids de l'hectolitre va lui-même en diminuant.

» 2. La quantité d'eau trouvée dans les blés n'est pas constante. Elle varie, pour un même blé, suivant l'état hygrométrique de l'atmosphère ou suivant l'état d'humidité du local où il est conservé. Pour établir une comparaison rigoureuse entre les blés, il est nécessaire de les ramener au même degré d'hydratation, ou, plus simplement, à l'état sec.

» 3. Il ne paraît pas que l'on puisse établir de relations définies entre les matières salines, l'essence des blés, le poids moyen des grains et le poids des blés à l'hectolitre.

» 4. Il en est de même pour les matières grasses. On rencontre des blés durs et des blés tendres, de poids moyen différent, qui ont exactement la même quantité de graisse; toutefois, c'est dans des blés durs que l'on a observé les plus fortes proportions de matières grasses.

» En rapprochant les matières grasses des matières salines représentées par le poids des cendres, on ne relève aucun rapport direct entre ces deux éléments.

» 5. Le rendement des blés en farine panifiable dépendant de la cellulose, le meunier a le plus grand intérêt à être exactement renseigné sur la teneur en matières cellulosiques des blés qu'il emploie. La répartition de ces matières ne se rattache à aucune donnée générale. On observe cependant que les plus fortes quantités de cellulose se trouvent dans des blés

tendres. On relève aussi, dans les azima Nicolaïeff, que la cellulose va en augmentant lorsque le poids moyen des grains ou le poids des blés à l'hectolitre diminue.

» Il n'y a pas de relations entre les cendres, la graisse et la cellulose.

» 6. L'acidité oscille le plus souvent entre 0,020 et 0,040 : elle est indépendante de l'essence du blé, de la variété, du climat, du sol.

» 7. Le dosage des matières azotées offre un intérêt capital, en raison du rôle prépondérant que l'on attribue à ces matières dans l'alimentation. Si l'on envisage les blés dans leur ensemble, on trouve des blés tendres qui contiennent plus de matières azotées que des blés durs; mais, dans une région déterminée, les blés durs sont généralement plus azotés. Il ne semble pas que l'on puisse établir de liens étroits entre le poids des matières azotées et le poids moyen des grains ou le poids des blés à l'hectolitre; mais on remarque que les blés durs les plus azotés se rencontrent de préférence dans les blés dont le poids moyen des grains est peu élevé. On observe aussi qu'il y a moins d'azote dans les azima Nicolaïeff lorsque le poids à l'hectolitre baisse.

» Quelques auteurs admettent une relation intime entre les matières azotées des blés et leurs matières minérales. Cette assertion n'est pas justifiée : il n'y a pas plus de rapport entre ces éléments qu'entre les matières azotées, la graisse et la cellulose.

» 8. La matière amylacée est en opposition directe avec la matière azotée : les blés les plus riches en amidon sont les plus pauvres en azote.

» 9. La composition des blés est étroitement liée au climat, au sol et au mode de culture.

» Les pays chauds sont plus favorables au développement de la matière azotée, mais il y a des exceptions (blés d'Égypte). Dans les pays à climats variés, tels que la France et les États-Unis, les plus fortes proportions d'azote se rencontrent dans les blés des régions les plus chaudes, et l'on sait que les années de chaleur et de sécheresse produisent des blés plus riches en gluten que les années froides et humides.

» Comme exemple de l'influence simultanée du climat et du sol, nous avons le blé dur de Bordeaux, plus azoté dans la Gironde que dans les départements du Jura, de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise et de l'Yonne où nous l'avons retrouvé. Un autre exemple plus frappant nous est fourni par un blé, d'origine française, récolté dans les environs de la Plata : ce blé contient plus de 13 pour 100 de matière azotée; c'est une proportion que nous n'avons trouvée dans aucun blé de France. Le poids moyen des grains

s'est en même temps modifié; il est descendu au-dessous de la moyenne de nos blés indigènes.

» L'influence de la culture se manifeste dans les blés d'Aubervilliers, récoltés dans des terrains où les maraîchers utilisent de préférence, comme engrais, les gadoues de Paris. Ces blés renferment plus de matière azotée que les blés de même espèce semés en Seine-et-Oise, et il est à noter que l'on ne relève rien d'anormal pour les cendres, ce qui exclut, comme nous l'avons dit plus haut, tout rapprochement entre les matières azotées et les matières salines.

» 10. D'autres causes peuvent encore modifier la composition des blés : on doit tenir compte de l'état d'homogénéité de la denrée : les gros grains n'ont pas exactement la composition des petits; on trouve aussi des écarts suivant la nuance, de sorte que, par un triage approprié, on peut retirer d'un même échantillon de blé des grains qui présentent une composition différente. Les grains les plus blancs sont toujours moins azotés que les grains foncés, généralement plus durs.

» 11. Les blés des différents pays, pris dans leur ensemble, présentent de tels écarts de composition, que l'on ne peut songer à les représenter par une formule unique; il serait aussi arbitraire de vouloir assigner une composition spéciale aux blés durs et aux blés tendres.

» Voici les écarts extrêmes qui ont été relevés sur les trois cents échantillons analysés :

		Matière					
	Eau. pour 100.	azotée pour 100.	grasse pour 100.	sucrée et amylacée pour 100.	Cellulose pour 100.	Cendres. pour 100.	Poids moyen de 100 grains.
Minimum...	8,84	7,06	1,10	66,34	1,46	1,10	$1^{gr},75$
Maximum...	16,90	15,58	2,40	76,17	3,94	2,56	$6^{gr},13$

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Propriétés immunisantes du sérum d'anguille contre le venin de vipère.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. Chauveau.

» Dans ses recherches sur la toxicité du sérum d'anguille, A. Mosso a montré qu'il existe de grandes analogies entre les symptômes de l'empoisonnement par ce sérum et ceux de l'envenimation vipérique. J'ai constaté à mon tour cette ressemblance et j'ai observé, en outre, que l'hypothermie,

si accentuée dans l'envenimation, est aussi un des caractères dominants dans l'empoisonnement par l'ichtyotoxique. Cette similitude dans les caractères toxicologiques m'a suggéré l'idée que le sérum d'anguille, de même que le sérum de vipère, pourrait être doué de propriétés immunisantes vis-à-vis du venin. C'est en effet ce qui découle des expériences que je poursuis et dont je vais exposer les principaux résultats. De même que pour le sérum de vipère, de couleuvre et de hérisson ([1]), si l'on veut mettre en évidence le pouvoir immunisant du sérum d'anguille, il faut préalablement détruire ses propriétés toxiques. On y arrive par un chauffage à 58° pendant quinze minutes.

» Le sérum, ainsi chauffé, change de couleur; il devient brunâtre, et sa transparence est légèrement diminuée, comme si un fin précipité s'était produit. En même temps, il a perdu complètement ses propriétés toxiques, de telle sorte qu'on peut en inoculer, sans danger, 10^{cc} dans l'abdomen d'un cobaye, alors que 1^{cc} du même sérum non chauffé le fait mourir en quelques heures.

» Le seul symptôme appréciable est une élévation de la température qui peut atteindre de 1° à 1°,5. Cette réaction de l'organisme est suivie de l'apparition de l'immunité contre le venin, de telle sorte que si, au bout de quinze à vingt heures, on éprouve l'animal avec une dose mortelle de ce venin, il résiste, d'une manière remarquable, à l'intoxication.

» Pour obtenir ce résultat, il n'est pas besoin d'employer une forte dose de sérum chauffé; $1^{cc},5$ inoculé dans l'abdomen d'un cobaye suffit à l'immuniser.

» Mais si, au lieu d'attendre quinze à vingt heures, on injecte le venin en même temps que le sérum, l'animal succombe presque en même temps qu'un témoin, si la dose est faible; avec un léger retard, si elle est plus élevée (de 6^{cc} à 12^{cc}).

» Peut-être qu'en augmentant encore la quantité de sérum chauffé on obtiendrait une protection plus efficace; c'est ce dont je m'assurerai ultérieurement. Il est certain qu'à faibles doses le sérum d'anguille chauffé paraît se comporter comme un vaccin, puisque son effet maximum n'est produit qu'au bout de quelque temps, mais il est possible que ce retard soit dû à une lenteur d'absorption du sérum. Cette immunisation, du reste, n'est pas de longue durée; elle ressemble sous ce rapport à celle produite par les sérums de vipère, de couleuvre et de hérisson et par les sérums thérapeutiques.

» De quelle nature sont les substances immunisantes du sérum d'anguille? Sont-elles indépendantes des substances toxiques ou dérivent-elles d'une modification de ces dernières? On sait, d'après U. Mosso, que

([1]) *Comptes rendus* et *Société de Biologie*, 1895.

l'ichtyotoxique est une sérine très altérable par les acides et les alcalis, par la chaleur, par digestion artificielle et naturelle, par putréfaction, par précipitation alcoolique. Après ces divers traitements, le sérum d'anguille a complètement perdu sa toxicité. A-t-il conservé ses propriétés immunisantes contre le venin? Je n'ai étudié à ce point de vue que l'action de l'alcool, mais les résultats sont très nets. Le précipité alcoolique du sérum d'anguille, après un séjour de quelques semaines sous l'alcool, est séparé par filtration, desséché rapidement et repris par l'eau chloroformée où on le laisse macérer pendant quarante-huit heures. Cette eau de macération injectée au cobaye le préserve contre le venin tout aussi bien que le sérum chauffé. Comme la plus grande partie des substances albuminoïdes du sang, précipitées par l'alcool, perdent, après avoir séjourné un certain temps sous l'alcool, la faculté de se redissoudre dans l'eau, il est vraisemblable que les substances immunisantes du sérum d'anguille ne proviennent pas d'une transformation de la sérine venimeuse de l'anguille et sont probablement des diastases, des albumoses ou des peptones. De nouvelles recherches sont nécessaires pour élucider cette question.

» J'ajouterai que le sérum de vipère précipité par l'alcool perd aussi sa toxicité et que le précipité, repris par l'eau, possède des propriétés antivenimeuses très énergiques. Il serait intéressant de savoir s'il en est de même avec le sang de tous les serpents venimeux ([1]).

» En attendant, les faits précédents nous permettent d'affirmer que l'analogie entre le sérum d'anguille et le sérum de vipère existe non seulement pour les propriétés toxiques, mais encore pour les propriétés immunisantes vis-à-vis du venin de vipère.

» Le Tableau suivant résume les résultats des expériences.

([1]) Je fais appel à l'obligeance des naturalistes et des savants qui pourraient m'envoyer du sérum et du venin de serpents exotiques. Il est facile de recueillir, dans un vase, le sang qui s'écoule du corps, quand on a coupé la tête du serpent. Le sérum, qui s'est séparé du caillot au bout de plusieurs heures, est additionné de cinq à six fois son volume d'alcool à 95°. Pour le venin, on peut l'extraire par pression des glandes détachées et le dessécher rapidement à une température inférieure à 50°. On peut aussi mettre les glandes, ou, faute de mieux, la tête entière dans leur volume de glycérine pure, ou, à défaut, dans une grande quantité d'alcool à 95°.

Expériences avec le sérum d'anguille.

Numéros.	Poids du cobaye.	Dose de sérum d'anguille précipité par l'alcool.	Dose de sérum d'anguille chauffé à 58°, 15 minutes.	Dose de venin de vipère.	Intervalle entre les deux inoculations.	Durée de la survie.	Observations.
1....	475^gr	»	1,5^cc (abd.)	0,57^mgr	24^h	Totale.	Témoin mort en 5^h45^m.
2....	490	»	3 (cuisse)	0,57	48	Totale.	Témoin mort en 6^h
3....	520	»	1,5 +	0,57 (cuisse)	0	12^h	Id.
4....	585	»	2,5 +	0,57 »	0	39^h	Id.
5....	470	»	6 (abd.)	0,57 »	0	15^h	Id.
6....	405	»	6 »	0,57 »	0	15^h	Id.
7....	510	»	12 »	0,57 »	0	9^h	Id.
8....	440	»	8 »	0,57 »	24	Totale.	Id.
9....	510	»	2,75 (abd.)	0,57 »	16	Totale.	Id.
10...	540	2^cc,5 (cuisse)	»	0,6 »	3 jours.	Totale.	Témoin mort en 6^h30^m.
11...	480	5^cc +	»	0,6 »	0	15^h	Id. (1)

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie du* Cryptococcus guttulatus *Ch. R.* Note de MM. **J. Kunstler** et **P. Busquet**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le *Cryptococcus guttulatus* Ch. R. vit en parasite dans l'intestin du Lapin. Il se présente généralement sous l'aspect d'un corps cylindrique, arrondi à ses deux extrémités. Ses dimensions varient pour la longueur entre 10 et 25 μ, pour la largeur entre 2 et 8 μ.

» Au premier abord, on y distingue deux grandes vacuoles claires, de 4 à 5 μ de longueur et de 3 à 4 μ de largeur, chez l'adulte, situées vers les deux bouts et occupant la majeure partie de la masse du corps. L'être est transparent, hyalin et incolore.

» La structure de la substance constitutive de cet organisme est d'une complication qui la distingue de ce qui a été décrit jusqu'ici.

» A la surface du corps se trouve une enveloppe cuticulaire, hyaline, difficilement visible et peu colorable, au-dessous de laquelle est la couche ectoplasmique. Celle-ci présente de fines lignes longitudinales, les unes claires, les autres sombres, au nombre de 9 à 12 pour chaque teinte, dans toute la largeur de l'élément, alternant les unes avec les autres, et paraissant constituer des sortes de fibres longitudinales, hétérogènes, divisées elles-mêmes par des trabécules transversales. Sur une coupe optique, cette couche répond à la couche corticale claire et alvéolaire des auteurs.

(1) Travail du laboratoire de M. Chauveau, au Muséum.

» Plus en dedans, se trouve le corps central qui contient les vacuoles, dont il a déjà été question, ainsi que le noyau. Ce corps central se colore d'une manière plus intense que le reste de l'élément; nous avons, d'ailleurs, constaté un fait analogue chez les Bactériacées.

» La constitution de ce protoplasma est bien difficile à établir. On peut y distinguer, répartis d'une façon plus ou moins régulière, des points sombres, qui sont, dans une foule de cas, des granulations entourées d'une zone claire divisée en alvéoles à disposition radiaire, de telle sorte que l'ensemble n'est pas sans avoir quelque analogie avec l'aspect de certaines Composées.

» Les points sombres apparaissent fréquemment comme de simples alvéoles plus colorés. Ils ont souvent pour dimension l'épaisseur de la zone claire, et ils sont suffisamment rapprochés les uns des autres pour n'être séparés que par une seule zone claire, simple et commune à deux points voisins. L'ensemble de cette structure rappelle l'aspect d'un réseau de filaments clairs divisés par des trabécules transversales et entourant des espaces plus sombres. Dans beaucoup de cas, ces points sombres, plus gros, ont l'aspect de véritables granulations à dimensions fort diverses.

» Les grandes vacuoles, qu'on ne peut jamais colorer, présentent une enveloppe propre alvéolaire, assez facile à voir, et d'où part un réseau d'une finesse et d'une délicatesse excessives qui envahit toute la cavité vacuolaire.

» Le noyau, placé au milieu du corps, est un élément d'une grande simplicité, dont le diamètre a de $1\,\mu$ (éléments jeunes) à $2\,\mu\,\frac{1}{2}$ (éléments adultes). Il possède une région centrale sombre, plus tingible, entourée d'une couche périphérique plus claire; les deux régions sont nettement alvéolées. Il offre cette particularité remarquable qu'il est rattaché à la couche pariétale sous-cuticulaire par une sorte d'invagination de celle-ci, comme s'il s'était primitivement constitué aux dépens d'un épaississement de cette couche, et qu'il se fût rendu, par un très léger déplacement, de là, vers le centre de l'élément, en entraînant naturellement avec lui les régions voisines de l'assise sous-tégumentaire. Aussi, voit-on une sorte d'invagination, d'apparence membraniforme, partir de la paroi et aboutir au noyau qui est ainsi relié à celle-ci comme par un manchon. Cette disposition n'existe pas seulement chez le *Cryptococcus:* nous l'avons revue chez diverses espèces, notamment chez certaines *Diatomées*.

» L'activité protoplasmique du *Cryptococcus* est souvent fort considérable et se manifeste par la production de granules de réserve qui sont parfois très gros et très nombreux; ils peuvent atteindre jusqu'à $1\,\mu\,\frac{1}{2}$ et $2\,\mu$. Le noyau, dans sa sorte de migration, repousse devant lui le protoplasma interne, granulogène; aussi est-il très souvent entouré d'une couche abondante de granulations qui lui donnent un faux air de *morula* granulaire.

» Tout l'être est entouré d'une couche gélatineuse, hyaline, extrême ment difficile à voir, pouvant mesurer de $\frac{1}{2}$ à $1\,\mu$ et qui paraît, quelquefois, elle-même alvéolée.

» *Le Cryptococcus guttulatus* se reproduit par bourgeonnement, ainsi qu'on le sait.

» Au niveau du point où le bourgeon va se produire, la couche sous-cuticulaire manifeste les indices d'une activité nouvelle; elle paraît être la première assise qui présente quelques changements. L'un des alvéoles des extrémités, généralement celui du milieu, grossit et fait saillie. La couche superficielle et la couche plus profonde prennent rapidement part à ce phénomène, de façon qu'il se forme un point saillant qui s'allonge et augmente de volume par multiplication de ses alvéoles constitutifs. Il y a là quelque chose de très analogue à ce qui se voit dans le bourgeonnement de la levure de bière, et, comme dans cette espèce, les alvéoles les plus actifs, c'est-à-dire ceux situés à la base du bourgeon, s'aplatissent au point de rappeler d'une manière frappante l'aspect d'un *cambium* végétal.

» La description qui précède s'applique au *Cryptococcus guttulatus* des auteurs; mais ce n'est pas là l'unique aspect sous lequel on le rencontre.

» Le corps peut augmenter de volume et grossir considérablement, en même temps que la forme change d'une manière concomitante. Pendant le développement de l'élément, les deux vacuoles s'élargissent et arrivent à se confondre en une seule, dont la longueur a alors de 12μ à 15μ. On n'a plus affaire à un bâtonnet cylindrique, mais à une cellule ovoïde d'un diamètre bien plus considérable (longueur 28μ; largeur de 12μ à 17μ), et dont le rôle est aussi différent. Cet accroissement de volume et ce changement de forme marquent le début de la période de reproduction.

» La cuticule s'épaissit fortement, le protoplasma se remplit de granulations, qui s'amassent bientôt soit à un bout, soit au centre, pour former là une région sombre au milieu de laquelle se place le noyau pourvu d'une enveloppe à structure d'une grande régularité. Le reste du corps est constitué par une substance protoplasmique, qui paraît finalement se résorber pendant que la masse granuleuse centrale prend un aspect de plus en plus délimité, acquiert même une membrane très nette et vient toujours se placer au centre de la coque. Cette sorte d'enkystement se termine par la division de la masse granuleuse en cinq ou six jeunes *Cryptococcus*, qui finiront par devenir libres et qui ont déjà quelquefois deux vacuoles avant la rupture de la paroi kystique.

» Ces jeunes formes, qui ont 10μ à 12μ de long et 4μ à 6μ de large, se rencontrent dans l'intestin au milieu des matières alimentaires en voie de digestion; mais elles ont aussi d'autres sièges : par exemple, les amas muqueux intestinaux ou même la paroi de l'intestin. Leur aspect présente alors ceci de remarquable, qu'ils sont alignés en files régulières, ce qui est dû à un phénomène de division transversale qui se produit abondamment

pendant le jeune âge. C'est là une *forme filamenteuse* qui n'est pas particulière au *Cryptococcus,* car nous l'avons vue aussi chez la levure de bière, qui, à une certaine période de son évolution, vit dans des tubes gélatineux. »

HISTOLOGIE ANIMALE. — *De la régénération de l'épithélium vésical* (¹). Note de M. **Etienne de Rouville**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans sa belle étude sur le placenta des Rongeurs, M. Mathias Duval a décrit, au niveau de la plaie placentaire, « des cellules émergeant du cho- » rion muqueux et se transformant, une fois arrivées à la surface, en cel- » lules épithéliales cylindriques ».

» Amené à s'occuper de la muqueuse de la vessie, le savant histologiste déclare « qu'il serait intéressant de rechercher comment se comporte dans » sa régénération l'épithélium vésical », tout en déclarant que, malgré les recherches de Beltzow (²), « ce qui a été fait jusqu'à présent sur ce sujet » semble laisser encore la question douteuse ».

» M'occupant depuis quelques années de cette question si intéressante de la rénovation des épithéliums, j'ai, à mon tour, examiné des coupes histologiques de la vessie normale du bœuf, et voici, très brièvement résumés, les résultats de mes observations et les conclusions qu'ils m'ont suggérées.

» L'épithélium pavimenteux stratifié de la vessie, l'Uebergangsepithel des auteurs allemands, a une structure caractéristique qui est bien connue. Un point sur lequel je désire, toutefois, insister tout spécialement, est l'absence d'une membrane basale, la couche la plus profonde de cet épithélium reposant directement sur le chorion muqueux.

» Or, un examen attentif de coupes bien transversales permet d'établir des relations remarquables entre les éléments épithéliaux et les éléments conjonctifs; on passe graduellement des uns aux autres par toutes les formes de transition désirables, si l'on parcourt la coupe en allant du chorion vers la couche profonde de l'épithélium.

(¹) Travail fait dans le laboratoire des Recherches de l'Institut de Zoologie de l'Université de Montpellier.

(²) Beltzow, *Zur Regeneration des Epithels der Harnblase*. (*Virchow's Archiv*, p. 278; t. XCVII; 1884.)

» C'est là un fait d'observation qui est bien de nature à attirer l'attention. J'ai eu sous les yeux des coupes très démonstratives à cet égard : les cellules conjonctives s'orientant suivant l'axe des cellules épithéliales, à mesure qu'elles se rapprochaient de la muqueuse. On aurait dit, en certains endroits, de véritables fusées dirigées vers l'épithélium et se frayant un passage au travers des éléments conjonctifs voisins qu'elles écartaient et refoulaient de chaque côté. Les noyaux de ces éléments conjonctifs présentaient une taille plus grande, rappelant celle des noyaux de l'épithélium; ils fournissaient vis-à-vis des colorants les mêmes réactions que ces derniers; et, détail des plus importants, on voyait dans cette région sous-épithéliale de nombreux noyaux en division amitotique. Jamais je n'ai vu de divisions dans les cellules constitutives de l'épithélium vésical, et jamais de mitoses dans la région conjonctive; au contraire, je le répète, les cas de division directe étaient relativement fréquents.

» En résumé, aucune limite nette entre le tissu conjonctif et l'épithélium, mais passage insensible du premier au second; de plus, la première région, très riche en noyaux, se divisant directement.

» Cette observation me conduit à la conclusion que je formulais dans les *Comptes rendus* de 1895 (¹), à savoir que le tissu conjonctif est, dans ce cas encore, suivant l'expression de M. le professeur Sabatier, la *matrice* de l'épithélium.

» Mais une objection, qui n'a peut-être pas la valeur qu'on serait tenté de lui attribuer, pourra m'être adressée : comment, en effet, concevoir un tissu d'origine mésodermique, le tissu conjonctif, régénérant un tissu d'origine endodermique, l'épithélium vésical?

» Il est vrai que cet épithélium reconnaît peut-être d'autres origines que l'endoderme; le mésoderme, avec les épithéliums wolffiens, d'après M. Duval, ne serait pas étranger à sa constitution; il ne serait pas non plus impossible, d'après un travail récent, que l'endoderme lui-même contribuât ainsi à sa formation; quoi qu'il en soit cependant, l'origine allantoïdienne de la vessie l'emporterait sur toute autre, et l'épithélium en question serait, on peut le dire, presque essentiellement d'origine endodermique.

» Je ne vois, pour ma part, dans cette objection, aucun argument bien valable contre le rôle que jouerait ici, d'après mes observations, le tissu conjonctif. Il n'est pas en effet démontré qu'un épithélium ne puisse être régénéré que par lui-même ou par un tissu de même origine que lui.

(¹) Étienne de Rouville, *Comptes rendus;* 1895.

» D'ailleurs, l'opinion d'après laquelle un épithélium d'origine mésodermique peut emprunter de jeunes éléments au tissu conjonctif n'est pas, elle-même, admise généralement; toutefois, en 1890, M. Duval [1], au sujet de la rénovation épithéliale dans la muqueuse utérine du rat, écrivait :

» Il y a déjà plus d'un an, en étudiant cette reproduction locale de l'épithélium, je me trouvais en présence de préparations semblant montrer que cette reproduction ne se fait pas graduellement par un processus centripète, mais brusquement et d'emblée sur toute la surface de la plaie par l'arrivée à cette surface de cellules émergeant du chorion muqueux et se transformant, une fois arrivées à la surface, en cellules épithéliales cylindriques; mais je me contenterai de mettre de côté ces préparations pour les revoir et les étudier plus tard, car je répugnais absolument à l'idée de la transformation des cellules conjonctives en cellules épithéliales.

» Or, depuis cette époque, des préparations plus nombreuses, plus sériées, m'ont montré ce même processus et, cette fois, d'une manière évidente, irréfutable. Quelque répugnance théorique qu'on puisse avoir à admettre une origine conjonctive pour des cellules épithéliales, les faits doivent passer avant la théorie, et, pour la muqueuse utérine, les faits me forcent aujourd'hui à déclarer que les cellules épithéliales de la muqueuse utérine peuvent provenir de la transformation des cellules conjonctives du chorion de cette muqueuse.

» Les figures que donne M. Duval à l'appui de cette thèse me paraissent très démonstratives, et ce processus de rénovation épithéliale doit, sans aucun doute, être aujourd'hui admis, malgré les critiques formulées dans un Mémoire récent par P. Rathcke [2].

» Cette opinion n'a, d'ailleurs, rien qui doive répuguer *a priori* si l'on regarde, avec M. le professeur Sabatier, le tissu conjonctif comme capable de devenir la matrice d'autres tissus plus différenciés, et cela, parce qu'il est lui-même, par excellence, le tissu le moins différencié de l'organisme, le tissu à la structure le plus voisine de la structure blastodermique et devant être considéré dans bien des cas comme un « blastoderme postembryonnaire [3] ».

---

(1) M. Duval, *Société de Biologie*, t. II, p. 698.

(2) P. Rathcke, *Zur Regeneration der Uterusschleinhaut, insbesondere der Uterusdrüsen nach der Geburt* (*Virchow's Archiv*, t. CXLII, p. 474).

(3) A. Sabatier, *Essai sur la Vie et la Mort*, 1892.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la présence d'une oxydase dans les branchies, les palpes et le sang des Acéphales.* Note de MM. **Piéri** et **Portier** [1], présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les phénomènes d'oxydation qui se passent dans l'intimité des tissus des animaux ont une importance capitale. Nous en voyons les résultats, nous n'en connaissons point le mécanisme.

» En effet, l'oxygène cédé par le globule sanguin n'a pas une puissance d'oxydation supérieure à celle de l'oxygène atmosphérique. Dès lors, l'hypothèse d'un corps intermédiaire qui, augmentant la puissance d'oxydation de l'oxygène, lui permettrait d'oxyder les corps sur lesquels il doit agir se présente naturellement à l'esprit.

» Malgré d'intéressants résultats obtenus dans cette voie par Jaquet, Schmiedeberg, Salkowsky, Abelous et Biarnès, un tel corps n'a pu encore être extrait des tissus animaux. G. Bertrand, au contraire, a retiré des végétaux plusieurs ferments oxydants dont il a fait connaître le mode d'action et les réactions.

» Nous avons pu mettre en évidence un ferment de cette nature chez certains Invertébrés. Voici nos résultats pour les Acéphales :

» Le liquide qui s'écoule des branchies ou des palpes sectionnés bleuit fortement la teinture de gayac. Si on le mélange à parties égales avec une solution saturée de gaïacol dans l'eau distillée, on obtient une liqueur rouge lie de vin. Les organes précédents eux-mêmes, plongés dans les réactifs, produisent les mêmes réactions.

» Ces phénomènes d'oxydation, mis en évidence par ces deux réactifs, ne sont pas sous la dépendance de la vie des éléments anatomiques, car les réactions se produisent plus nettement encore avec les mêmes tissus portés à 50°, 60° et même 70° pendant un quart d'heure. Les mêmes organes, placés pendant quelques minutes dans une petite quantité d'eau distillée portée à l'ébullition, ne donnent plus aucune réaction.

» Si l'on dépose un palpe ou une branchie dans quelques centimètres cubes d'une solution d'hydroquinone à 1 pour 100 contenus dans une petite capsule de porcelaine et qu'on mette au bain-marie à 50°-60°, on perçoit bientôt l'odeur caractéristique de la quinone en même temps que la liqueur prend une teinte plus foncée et, lorsque

---

[1] Travail du laboratoire de Roscoff.

tout le liquide s'est évaporée, on constate que la branchie est couverte de lamelles vertes de quinhydrone.

» C'est une des réactions les plus caractéristiques du ferment oxydant; elle a été indiquée par Bertrand qui en a donné la théorie (¹).

» Il est facile, d'ailleurs, d'extraire le ferment oxydant des organes qui le renferment.

» Si l'on hache les branchies et les palpes de 20 ou 30 Acéphales (*Artemis exoleta, Ostrea edulis*) dans un poids double d'eau saturée de chloroforme, et qu'on place le tout dans un flacon soigneusement fermé et à l'obscurité, au bout de vingt-quatre heures de macération à la température du laboratoire, on obtient par filtration un liquide avec lequel on peut reproduire de la façon la plus nette les réactions précédentes. Le même liquide, porté à l'ébullition, ne donne plus aucune réaction.

» La liqueur de macération, traitée par 2 volumes d'alcool à 90°, fournit un faible précipité qui, recueilli sur le filtre, rapidement essuyé entre deux feuilles de papier buvard et délayé dans l'eau distillée, communique à cette eau les propriétés du ferment oxydant.

» L'eau chloroformée est le liquide de macération qui nous a donné les réactions les plus nettes; mais nous avons aussi obtenu de bons résultats avec le fluorure de sodium à 2 pour 100, l'acide salicylique à 2 pour 1000, l'acide acétique à des doses variant de 2 pour 1000 à 1 pour 100.

» L'oxydase des branchies des Acéphales agit donc en milieu acide aussi bien qu'en milieu neutre; à cet égard, elle se rapproche des ferments oxydants des végétaux, en particulier de la laccase extraite par Bertrand du latex de l'arbre à laque. Comme la laccase, elle est sans action sur les solutions de tyrosine.

» Le sang des Acéphales, surtout le sang filtré et chauffé au bain-marie à 50°-60°, donne aussi les réactions du ferment oxydant; mais ces réactions sont toujours beaucoup plus faibles que celles qu'on obtient avec la macération des palpes et des branchies.

» Nous n'avons pu déceler la présence du ferment oxydant dans aucun des autres organes (glande digestive, glande génitale, pied, etc.).

» Le sperme présente même une action réductrice très marquée. Au moment de la reproduction, les branchies contiennent beaucoup de spermatozoïdes et elles ne donnent plus les réactions précédemment indiquées. Si l'on mélange parties égales de sperme et de macération active de branchies ou même de solution de laccase, on n'obtient plus la réaction

(¹) G. Bertrand, *Sur la recherche et la présence de la laccase dans les végétaux* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 266, et t. CXXI, p. 166).

avec la teinture de gayac. Si l'on chauffe à 60° le sperme avant de le mélanger avec la solution oxydante, l'action de celle-ci, bien qu'un peu atténuée, n'est plus supprimée.

» Ce rôle réducteur du sperme des Acéphales est en désaccord avec ce que l'on sait des propriétés oxydantes du sperme des animaux supérieurs. Il est cependant digne de remarque que, chez ces Mollusques, l'orifice de la glande génitale se trouve à la base de la branchie et que les spermatozoïdes se répandent entre les deux lames de la branchie. Il semble qu'ils aient une certaine attraction pour ce lieu d'élection du ferment oxydant.

» Nous reviendrons ultérieurement sur l'interprétation de ces faits et sur le rôle physiologique de l'oxydase des Acéphales.

» Voici la liste des Acéphales marins chez lesquels nous avons cherché et trouvé le ferment oxydant :

Artemis exoleta,	*Ostrea edulis,*
Mya arenaria,	*Pecten jacobæus,*
Tapes pullastra,	*Pectunculus glycimeris.*

» Comme espèce d'eau douce, nous n'avons examiné que l'*Anodonta Cygnea,* qui nous a donné des résultats particulièrement nets. »

ZOOLOGIE. — *Parasitisme et évolution de deux Monstrillides* (Thaumaleus filigranarum *n. sp.*, Hæmocera *n. g.*, Danae *Clapd.*) *à l'intérieur du système vasculaire des Filigranes et des Salmacynes. Ethologie.* Note de M. A. **Malaquin**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les auteurs qui, dans ces dernières années, ont observé les Monstrillides à l'état adulte, ont tous signalé l'absence chez ces Copépodes du tube digestif, de la seconde paire d'antennes et des appendices céphalo-thoraciques. Ils ne pouvaient expliquer cette anomalie dans l'ignorance où ils étaient des phases antérieures de l'existence de ces curieux Crustacés. Il y a quelques semaines, M. Giard annonçait ici-même (¹) qu'une espèce du genre *Thaumaleus* vit en parasite chez une Annélide, la *Polydora Giardi* Mesnil.

» Les deux espèces, dont j'ai pu suivre complètement l'évolution, sont parasites à l'intérieur du système vasculaire des Filigranes et des Salma-

(¹) *Comptes rendus,* 16 novembre 1896 et 29 avril 1895.

cynes, draguées en grosses colonies dans le Pas-de-Calais. L'une de ces espèces, se rapportant au genre *Thaumaleus*, est l'hôte de *Filograna implexa;* je l'appellerai *Th. filigranarum;* la seconde se rapporte à l'espèce décrite par Claparède sous le nom de *Monstrilla Danae* (¹). Considérée par Giesbrecht comme douteuse, dans la revision qu'il fait de la famille, cette dernière s'écarte également du genre *Thaumaleus* et du genre *Monstrilla*. Le caractère essentiel qui distingue génériquement *Thaumaleus* et *Monstrilla* est la présence chez le premier d'un seul segment, chez le second de trois segments abdominaux entre le segment génital et la furca. Or *Monstrilla Danae* présente deux segments abdominaux intermédiaires; il y a donc lieu de la séparer des deux genres existants et je propose de créer pour elle le nouveau genre *Hæmocera* pour rappeler le rôle et l'importance des antennes postérieures dans la vie parasitaire.

» Les Monstrillides adultes qui nagent librement en haute mer, et en particulier les deux espèces que j'ai observées, vivent, depuis un stade embryonnaire antérieur à celui qui correspond à la larve *Nauplius, à l'intérieur du système vasculaire de* Filograna *et* Salmacyna. Je n'envisagerai dans cette Note que le parasite encore interne, mais arrivé au terme de son évolution.

» Le Copépode occupe le vaisseau ventral qu'il distend énormément, comprimant le tube digestif de l'Annélide vers la face dorsale et le réduisant à un mince boyau. La situation du parasite dans le système sanguin se reconnaît facilement chez les individus infestés, parce qu'il est baigné dans le sang coloré en vert des petits serpuliens qui l'hébergent; d'ailleurs l'observation de coupes minces et l'étude du développement du parasite ne peuvent laisser de doute à cet égard.

» Si j'insiste sur cette situation du Monstrillide c'est d'abord à cause de son importance éthologique et en second lieu parce que M. Giard, dans sa Note, conteste l'endoparasitisme de *Thaumaleus* chez *Polydora*. Pour lui, *Thaumaleus* est parasite à la façon des Entonisciens. « Il est entouré d'une membrane appartenant à l'hôte et qu'il » a refoulé en grandissant comme une sorte d'amnios. Cette membrane demeure en » communication avec l'extérieur par l'ouverture d'entrée du parasite ». M. Giard pense que la porte d'entrée serait l'orifice externe d'une néphridie. Mes observations sont en désaccord avec l'existence de l'amnios et avec la supposition relative à l'entrée par une néphridie. Bien que M. Giard et moi n'ayons pas étudié les Monstrillides chez le même hôte il est peu probable qu'il y ait une telle différence dans la façon de se comporter de ces parasites.

» L'orientation du parasite est constante : il est tourné en sens inverse de l'hôte,

---

(¹) *Beob. Anat. und Enter.*, 1863; Claparède a trouvé *S. Dysteri* dans la même localité; *M. Danae* a été revue par Bourne en 1890.

la tête vers l'abdomen du serpulien (j'ai constaté une seule exception sur plusieurs centaines d'observations); la partie ventrale est tournée vers le tube digestif de l'hôte. Le Monstrillide occupe presque toujours la même région dans le serpulien; il se loge de préférence dans la région intermédiaire entre le thorax et l'abdomen, parfois dans le thorax et parfois aussi dans l'abdomen. Arrivé au terme ultime de sa croissance, il occupe, surtout quand c'est une femelle, environ la moitié du corps de l'hôte en longueur et les trois quarts en épaisseur. Les Annélides infestés sont alors reconnaissables à leur déformation et à leur volume plus grand. La proportion des infestées dans une colonie peut être considérable et dans certains paquets de salinacypes cette proportion peut atteindre la moitié des individus. *Thaumaleus filigranarum* est presque toujours solitaire, quel que soit le sexe, tandis que, chez *S. Dysteri*, si les femelles de *Hamocera Danae* sont ordinairement solitaires, les mâles en revanche sont réunis plusieurs sous le même hôte (2 à 5 et même davantage).

» Le Monstrillide interne, de forme cylindrique, possède deux appendices longs, inarticulés, tentaculiformes, s'insinuant presque vers l'extrémité postérieure du vaisseau sanguin. Il peut aussi exister, mais rarement, une seconde paire d'appendices semblables, insérés plus en arrière et repliés sur la face ventrale du parasite. La première paire qui s'insère sous les yeux représente les antennes postérieures, comme le démontre l'étude des formes jeunes; la seconde paire, insérée de chaque côté de la bouche, représente la troisième paire d'appendices des Copépodes, c'est-à-dire les mandibules. Quant à la première paire, elle est normalement articulée, elle persiste chez l'adulte et correspond aux antennes antérieures. Les antennes postérieures (et les mandibules lorsqu'elles existent) jouent un rôle important dans la nutrition du parasite. Ces appendices baignent, comme tout le corps, dans le sang de l'hôte et le liquide sanguin passe aisément par osmose dans une lacune située dans l'axe de l'appendice. Le liquide nourricier est ainsi porté vers une lacune qui occupe l'axe du céphalothorax du Copépode et de là distribué dans les diverses régions du corps. Bien qu'il existe, en effet, une bouche, cette dernière aboutit dans un pharynx court, étroit, terminé en cul-de-sac et sans utilité physiologique; la fonction ayant disparu, ou plutôt étant exercée par d'autres organes, le tube digestif est atrophié.

» Lorsque le parasite est mûr, c'est-à-dire quand l'ovaire chez la femelle, le testicule chez le mâle sont arrivés à maturité, sa région postérieure présente des mouvements de contraction qui amènent la rupture du vaisseau et des téguments de l'hôte. Le parasite sort à reculons (j'en ai vu sortir, mais rarement la tête en avant); les pattes thoraciques et l'abdomen repliés sur la face ventrale, et emprisonnés dans la première cuticule du copépode deviennent libres par la rupture de celle-ci, et ils présentent alors des mouvements vigoureux qui hâtent la mise en liberté. La rupture et la chute de cette cuticule constituent l'unique mue du Monstrillide parasite. Celui-ci abandonne ses longues antennes dans l'intérieur du vaisseau nourricier et il arrive parfois de retrouver ces appendices en voie de régression dans des Salmacynes qui réparent leurs blessures.

» Le parasitisme des Monstrillides amène chez les Salmacynes et les Filigranes infestées la suppression complète des organes sexuels, dont ils occupent du reste presque toujours la place. »

PALÉONTOLOGIE. — *Nouveaux Mosasauriens trouvés en France.* Note de M. **Armand Thévenin**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La craie grise phosphatée, activement exploitée dans le nord de la France, n'est pas moins intéressante au point de vue paléontologique qu'au point de vue agricole; elle renferme une faune fossile riche et variée. Grâce à la générosité de M. Alfred Lemonnier, directeur des usines de la Compagnie Solvay, les collections du Muséum d'Histoire naturelle se sont enrichies de pièces importantes de Mosasauriens trouvées dans la craie grise à *Belemnitella quadrata* de Vaux-Eclusier, près de Péronne. Ces échantillons sont d'autant plus précieux qu'on connaissait, en France, il y a quelques années, fort peu de restes de ces curieux reptiles crétacés auxquels la forme de leur corps et certaines particularités ostéologiques ont fait donner par M. Cope le nom de *Pythonomorphes*. C'est en 1892 seulement que M. Albert Gaudry put en décrire deux fragments importants, l'un provenant des environs de Sens, l'autre des Basses-Pyrénées.

» La pièce la mieux conservée, trouvée par M. Lemonnier, est un crâne presque complet appartenant à un animal, dont on peut évaluer la longueur totale à environ 12^{m}. Ce crâne mesure $0^{m},85$ du bout du museau au trou pariétal, il doit être rapporté au genre *Mosasaurus* et se rapproche du *Mosasaurus giganteus* de Maestricht. Mais il en diffère par ses dents moins massives et plus lisses; tandis que les dents de la bête de Maestricht ont une section trigone, une carène postérieure très nette, on voit ici une section plus arrondie, une carène antérieure s'étendant depuis la pointe jusqu'à la base et une carène postérieure qui ne descend pas jusqu'à moitié de la couronne. Ces dents sont intermédiaires entre celles de *Mosasaurus giganteus* et les formes lisses présentant une seule carène décrites sous le nom de *Liodon anceps*.

» On a attaché une grande importance, pour établir des coupes génériques chez les Mosasauriens, à l'allongement du prémaxillaire. Nous constatons que cet os forme ici, en avant de la première paire de dents, un rostre assez développé, plus long et plus volumineux que chez les Mosasaures de Maestricht et des environs de Mons, mais plus court et moins cylindrique que dans le *Liodon proriger* ou le *Hainosaurus;* il est donc intermédiaire entre les types que M. Dollo a appelés *mésorhynque* et *macrorhynque*. Ce caractère présentait peut-être des variations non seu-

lement spécifiques, mais individuelles. La forme générale du crâne importe plus que celle du bout du museau et la tête du Mosasaure de Vaux Eclusier se montre relativement large et peu effilée. Nous inscrirons ce reptile nouveau sous le nom de *Mosasaurus Gaudryi*.

» Un autre crâne, également extrait et dégagé par les soins de M. Lemonnier, est moins complet que le précédent : la partie frontale et mandibulaire fait défaut. J'ai vainement cherché à l'identifier avec les genres et les espèces décrits en France par M. Gaudry, en Belgique par M. Dollo : il diffère, par quelque caractère, de chaque espèce européenne, et doit être rapporté au genre américain *Platecarpus* Cope, ainsi que j'ai pu le vérifier en le comparant avec un crâne du Kansas, qui se trouve dans les collections paléontologiques du Muséum. Les dents appartiennent au même type; elles sont longues, aiguës, un peu recourbées, pourvues de facettes très nettes, avec une carène antérieure et une carène postérieure marquées; elles sont portées par un socle conique assez long. La forme obtuse du museau, tronqué au niveau de la première paire de dents, et l'insertion pleurodonte des dents pterygoïdiennes rendent certaine cette assimilation. Je propose, pour cet animal, le nom de *Platecarpus Somenensis*, pour rappeler sa découverte en France, sur les bords de la Somme.

» La présence en Europe d'un genre américain de Mosasauriens n'a rien qui doive surprendre, si l'on réfléchit au grand nombre de ces fossiles en Amérique, et si l'on admet que ce sont des reptiles pélagiques gigantesques dont l'extension a pu être considérable. D'ailleurs M. Lydekker a déjà rapporté, bien que, avec doute, au genre *Platecarpus* une dent provenant de la craie du Sussex.

» Les ptérygoïdes de ce *Platecarpus* de la Somme présentent une particularité qui n'a jamais été signalée chez les Mosasauriens. L'apophyse ectoptérygoïdienne se termine par une tubérosité volumineuse sur laquelle s'inséraient des tendons ou un cartilage allant vers le maxillaire supérieur. L'os transverse de Cuvier, si visible chez les Lacertiens vivants considérés comme voisins des Mosasaures, n'existait probablement pas ici. Les ptérygoïdes n'étaient pas soudés sur la ligne médiane; unis par un cartilage à l'os carré, ils étaient très mobiles et cette disposition, comme celle des mandibules, signalée par M. Cope chez tous les pythomorphes, avait pour but en rendant la bouche très dilatable de permettre la déglutition de proies énormes.

» D'autres exploitations de craie phosphatée pourront livrer également des restes de Mosasauriens; on en a signalé sur plusieurs points et j'ai eu

occasion de voir des vertèbres provenant de Bellicourt (Aisne) et de Beauval (Somme). »

BOTANIQUE. — *Sur la structure du protoplasma fondamental dans une espèce de* Mortierella. Note de M. **L. Matruchot.**

« Les observations qui suivent sont relatives à une Mucorinée appartenant au genre *Mortierella* et voisine de *Mortierella reticulata* Van Tieghem et Le Monnier.

» Les filaments mycéliens rampants sont grêles, de forme et de calibre assez irréguliers. Dans les parties âgées de ces filaments, le protoplasma a disparu en totalité ou en partie; là où il subsiste, il est très fortement granuleux, souvent bourré de gouttelettes d'huile et je n'ai pu y découvrir aucune trace d'une structure régulière. Dans les parties plus jeunes, au contraire, j'ai pu mettre en évidence, par une méthode spéciale de coloration, une constitution morphologique très nette du protoplasma fondamental.

» Dans les régions du mycélium où cette structure n'est pas déformée et se montre particulièrement visible, le protoplasma fondamental ou cytoplasma est formé de deux parties distinctes : 1° un protoplasma parfaitement hyalin, indifférent au réactif colorant, constituant une sorte de *hyaloplasma;* 2° creusés dans ce hyaloplasma, un certain nombre de *canalicules* distincts les uns des autres, remplis d'un protoplasma très légèrement granuleux, sur lequel se fixe la matière colorante.

» Le nombre des canalicules varie avec la grosseur du filament mycélien. Dans les filaments très ténus, deux canalicules seulement vont parallèlement côte à côte, s'enroulant peu à peu l'un autour de l'autre. Dans les filaments plus gros, il y a 5, 6 et jusqu'à 8 ou 10 de ces canalicules; ceux-ci sont placés côte à côte, parfois tous rectilignes sur une assez grande longueur, parfois tous contournés en spirale comme si le filament qui les renferme avait subi une torsion autour de son axe. Cette torsion est quelquefois très accusée; dans ce cas, les canalicules visibles à la face supérieure du filament se projettent presque à angle droit sur les canicules de la face inférieure, et leur ensemble prend l'aspect d'un réseau à mailles subrectangulaires. Mais *jamais il n'y a réseau véritable* par soudure ou anastomose des canalicules entre eux.

» Le calibre des canalicules est assez constant dans un même filament, ou mieux dans une même portion de filament; mais en passant d'un

filament à un autre, on peut observer des variations du simple au quadruple.

» La zone de hyaloplasma qui sépare deux canalicules voisins semble être un élément de dimension plus constante : quels que soient le calibre du filament et celui des canalicules qu'il renferme, les profils de deux canalicules contigus laissent voir entre eux une zone claire dont la largeur est toujours très sensiblement la même. Une telle régularité, opposée aux variations très grandes du calibre des canalicules, est remarquable. Elle pourrait s'expliquer par l'existence d'une membrane hyaline entourant le canalicule : la zone claire serait cette membrane vue en double épaisseur. Mais dans aucun cas je n'ai pu observer de double contour, et je suis plutôt porté à voir dans ce phénomène le résultat de simples actions capillaires.

» Je considère les canalicules comme étant le siège des courants protoplasmiques qu'on observe dans les parties jeunes du mycélium; le hyaloplasma qui les englobe est doué d'une certaine rigidité et n'est le siège d'aucun courant protoplasmique. Une observation que j'ai faite sur des filaments vivants vient à l'appui de cette manière de voir :

» Dans une préparation faite rapidement, non colorée, et montée dans une goutte d'eau ordinaire, où par conséquent les filaments jeunes sont examinés à l'état vivant, j'ai vu l'un de ces filaments se briser à l'extrémité, et j'ai assisté pendant plusieurs minutes au déplacement de gouttelettes d'huile à son intérieur, et à leur sortie à l'extrémité. Cette sortie se faisait avec lenteur et j'ai pu suivre avec précision l'itinéraire suivi par un grand nombre de gouttelettes. Toutes suivaient le même chemin et semblaient glisser à l'intérieur d'un tube creusé dans le protoplasma ambiant. Les gouttelettes les plus petites suivaient ainsi sans se déformer toute la longueur du tube. Les gouttelettes de taille moyenne s'étranglaient plus ou moins au passage des régions étroites, pour reprendre ensuite, dans les parties plus larges, leur forme sphérique. Enfin les gouttelettes très volumineuses restaient constamment déformées, s'allongeant et s'amincissant dans les parties étroites, se raccourcissant au contraire et s'étalant en largeur dans les parties les plus larges du tube, en un mot se déformant à la façon de ces gouttes de mercure qu'on promène à l'intérieur des tubes de verre qu'on veut calibrer.

» Le profil du tube, déterminé ainsi par le contour apparent des gouttelettes d'huile qui y circulent, m'a paru être, par sa forme, ses dimensions, ses variations de calibre, son trajet sinueux, identique à l'un des canalicules que met si nettement en évidence la matière colorante. Je savais, d'autre part, l'ayant observé sur les préparations colorées, que c'est aux dépens du protoplasma des canalicules que se forment les gout-

telettes huileuses. De cette double observation, et aussi de l'examen des courants protoplasmiques visibles sur les filaments vivants, je conclus que, dans le mycélium de ce champignon, la partie circulante du protoplasma se meut à l'intérieur des canalicules que j'ai décrits plus haut.

» L'observation des gouttelettes d'huile se déplaçant dans un canalicule montre aussi que le hyaloplasma n'est pas un liquide très fluide; sa résistance étant suffisante pour déformer les gouttelettes d'huile, il présente donc une certaine rigidité. Pfeffer a constaté le même fait sur l'hyaloplasma des Myxomycètes.

» Dans les préparations colorées, la netteté du contour apparent des canalicules et aussi la régularité des tours de spire, quand il y a torsion, font déjà supposer que la méthode de coloration employée ne modifie que très peu ou même pas du tout la structure fondamentale du cytoplasma. L'observation dont je viens de parler, qui confirme l'existence de canalicules dans le protoplasma vivant, montre bien qu'il ne s'agit pas là d'accidents morphologiques dus à l'action des réactifs employés (1). »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Un nouveau Microcoque de la Pomme de terre et les parasites de ses grains de fécule.* Note de M. E. **Roze**, présentée par M. Chatin.

« La pourriture des tubercules de Pommes de terre ne doit pas être uniquement attribuée au parasitisme du *Phytophtora infestans*. Les maladies bactériennes y jouent également un grand rôle, et je ne serais pas étonné, surtout dans les saisons très humides, que l'action nocive des Bactériacées ne soit plus à redouter, sous ce rapport, que celle du *Phytophtora*. Ceci m'amène à signaler la cause première d'une gangrène sèche, assez singulière, sur laquelle M. Delacour a particulièrement appelé mon attention.

Il s'agit de tubercules de la variété *Royale* (*Royal Ash leaved kidney*), qui présentaient un épiderme plissé et à peine bruni, recouvrant un tissu ferme et résistant, mais noirâtre. Coupés et placés sous cloche humide, ces tubercules m'ont offert, au bout de trois jours, sur leur gangrène noire, une apparition de très nombreuses petites sphérules muqueuses, blanchâtres. C'étaient autant de colonies d'un Microcoque nouveau, de dimen-

(1) Travail fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. G. Bonnier.

sion relativement plus grande que celle des espèces que j'avais déjà observées, les cellules simples, sphériques, ayant un diamètre variant de $1^{\mu},5$ à 2^{μ}, et les scissipares de 3^{μ} à 4^{μ}. Je l'ai nommé *Micrococcus Delacourianus,* le considérant comme la cause première de la formation de cette gangrène noire de la variété *Royale.*

» D'un autre côté, en étudiant le développement de la gangrène sèche de la variété *Richter's Imperator*, j'ai pu constater qu'après la mortification du parenchyme des tubercules par son Microcoque, après le développement des Mucédinées qui lui font suite et l'invasion des tissus mortifiés, ramollis, par les Anguillules et l'*Acarus Solani*, les grains de fécule, respectés par ces parasites et plus ou moins mis à nu par la destruction des membranes cellulaires, étaient eux aussi envahis par des parasites spéciaux qui vivaient à leurs dépens.

» Schacht, dans son Mémoire intitulé : *Die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten* (1856), avait figuré des grains de fécule plus ou moins perforés par un mycélium sinueux qu'il rattachait à l'*Oïdium violaceum* Harting. Ce devait être probablement l'un des parasites dont je veux parler, puisque Schacht avait également remarqué ces grains de fécule dans des pommes de terre gangrenées. Quoi qu'il en soit, les deux espèces que j'ai observées ne me paraissent pouvoir appartenir qu'à la Classe des Myxomycètes ou Champignons muqueux, dont la petite masse végétative (ou plasmode) est nue et dépourvue de toute membrane. J'ai désigné ce nouveau genre de Myxomycètes microscopiques sous le nom d'*Amylotrogus* (rongeur de fécule). Le plasmode de l'une des espèces de ce genre, l'*A. discoideus,* conserve sa forme discoïdale aussi bien à la surface des grains de fécule que dans leur intérieur, où il s'enfonce perpendiculairement au fur et à mesure qu'il dissout la fécule. Le plasmode de l'autre espèce, l'*A. ramulosus,* qui est plus petit, mais plus coloré en rouge violacé clair que le précédent, se présente d'abord sous la forme de disques à la surface des grains; puis, lorsqu'il pénètre dans leur intérieur, il émet des prolongements dichotomes ou ramuliformes, très caractéristiques, du plus joli effet sous le microscope, en raison de la transparence même des grains de fécule qu'ils remplissent assez souvent. La destruction des membranes cellulaires et celle de la fécule expliquent l'existence de ces cavités singulières qu'on remarque, au printemps, dans les tubercules malades, coupés, au centre des îlots gangrenés qui se sont agrandis pendant l'hiver. »

MINÉRALOGIE. — *Synthèse de la hauksite.* Note de M. **A. de Schulten**, présentée par M. Fouqué.

« En continuant mes recherches synthétiques sur les minéraux nouveaux trouvés au lac Borax en Californie, je suis parvenu à reproduire artificiellement la hauksite, composé cristallisant en prismes hexagonaux dont la composition, d'après des analyses de MM. Mackintosh et Penfield correspond à la formule $4Na^2SO^4$, Na^2CO^3 (¹).

» Ayant observé que l'évaporation à chaud d'une solution mixte de carbonate de sodium et de sulfate de sodium fournit des cristaux hexagonaux qu'il est impossible d'isoler, j'ai été conduit à employer le procédé suivant pour préparer ces cristaux à l'état de pureté.

» Je dissous 20gr de sulfate de sodium à 10 molécules d'eau et 0gr,8 de carbonate de sodium anhydre dans 30cc d'eau, je chauffe la liqueur à 100° et j'y verse d'un seul coup et en agitant une dissolution portée à 100° de 50gr de soude caustique, exempte de carbonate, dans 90cc d'eau. On obtient ainsi un précipité cristallin qu'on sépare de l'eau mère chaude par décantation et qu'on presse entre des papiers à filtrer. On le traite ensuite avec de l'alcool, qui enlève la soude caustique adhérente aux cristaux sans attaquer ceux-ci, puis avec de l'éther, et on le dessèche sur l'acide sulfurique ou à 100°. Il faut suivre minutieusement ces indications pour obtenir un produit ne renfermant pas de thénardite, cristaux qui, d'ailleurs, sont facilement reconnaissables au microscope.

» L'analyse des cristaux a donné les nombres suivants qui conduisent à la formule de la hauksite :

	Trouvé.			
	I.	II.	III.	Calculé.
Na^2O	46,02	»	»	46,03
SO^3	47,43	47,67	47,27	47,45
CO^2	6,60	6,40	6,59	6,52
	100,05			100,00

» La densité des cristaux est de 2,613 à 15°. La densité de la hauksite naturelle est de 2,562 d'après M. W.-E. Hidden, mais il faut remarquer que le minéral naturel contient des impuretés d'une densité moindre, notamment du chlorure de potassium ou de sodium (²).

(¹) *American Journal of Sciences*, 1885, p. 134 et 137.

(²) Dans un Travail récent sur la hauksite naturelle (*Am. Journal of Sciences*,

» Si l'on observe les cristaux au microscope, on voit que ce sont de petits prismes hexagonaux d'environ $0^{mm},05$ de longueur et $0^{mm},03$ d'épaisseur. Ils présentent des faces $p(0001)$, $m(10\bar{1}0)$, et quelquefois tantôt $b'(10\bar{1}1)$, tantôt $b^{\frac{5}{4}}(40\bar{4}5)$ minces. J'ai pu mesurer, approximativement, au microscope l'angle formé par l'arête b' et la face p. Cet angle est égal à environ 135°, et l'angle des normales pb' devient ainsi égal à environ 49°. Chez la hauksite naturelle cet angle est de 49°30'. L'angle formé par l'arête $b^{\frac{5}{4}}$ et la face p a été trouvé égal à 141°30' en moyenne, et l'angle des normales $pb^{\frac{5}{4}}$ devient ainsi égal à 42°30' (calculé 43°8').

» Quand on observe un cristal reposant sur la face m en lumière polarisée parallèle entre des nicols croisés, cette face se montre divisée en quatre secteurs par les diagonales du rectangle. Ces secteurs s'éteignent simultanément. Les extinctions sont longitudinales. A l'aide d'une lame de gypse donnant le violet sensible, on constate que les secteurs aux bouts du cristal sont plus biréfringents que les secteurs médians et que tous les secteurs sont négatifs. La face p se montre aussi divisée en secteurs, qui sont tantôt au nombre de six, tantôt au nombre de douze. Pourtant les contours de ces secteurs ne sont pas nets. On n'a pas observé de propriétés optiques analogues chez la hauksite naturelle.

» Comme il m'a paru vraisemblable que cette structure anomale était due à la formation brusque des cristaux, j'ai essayé de laisser s'engendrer ces cristaux plus lentement en opérant de la manière suivante :

» J'ai procédé comme dans la préparation des cristaux précédents, sauf que j'ai employé des solutions froides et une dissolution de soude caustique un peu moins concentrée (50^{gr} de soude caustique et 110^{cc} d'eau). En faisant le mélange des solutions on n'obtient pas de précipité. Mais, si l'on ajoute avec précaution à la liqueur une solution renfermant 50 pour 100 de soude caustique, on détermine la formation lente de petits prismes hexagonaux ayant la composition chimique (*voir* les résultats de l'analyse III) et l'extérieur des cristaux produits à chaud, mais ne présentant pas, comme ceux-ci, une division en secteurs. Les extinctions de ces cristaux sont longitudinales. L'allongement est négatif. La biréfringence est d'environ 0,022; elle est

---

août 1896, p. 133), M. J.-H. Pratt émet l'opinion que le chlorure de potassium trouvé dans tous les échantillons analysés serait un constituant essentiel de la hauksite, et propose, pour ce minéral, la formule $9Na^2SO^4, 2Na^2CO^3, KCl$. Or, les cristaux artificiels ne renfermant pas de chlore et ayant une composition correspondant à la formule proposée par MM. Mackintosh et Penfield, on peut dès maintenant considérer celle-ci comme la vraie formule de la hauksite.

de 0,019 chez la hauksite naturelle. Si on laisse s'évaporer lentement sur un porte-objet, dans un dessiccateur, quelques gouttes de la solution alcaline mixte qui sert à préparer les cristaux non divisés en secteurs, ou bien, si l'on étend sur un porte-objet quelques gouttes de la liqueur où la formation lente des cristaux vient de commencer, on obtient des cristaux aplatis suivant p et reposant sur cette face. Un tel cristal reste parfaitement éteint dans toutes les positions en lumière polarisée, parallèle entre des nicols croisés. Avec la lame mince de gypse, on n'observe pas de division en secteurs. En lumière polarisée convergente il donne la croix des cristaux uniaxes. Cet axe est négatif comme chez la hauksite naturelle.

» En terminant, je voudrais insister sur la facilité avec laquelle se forme la hauksite. Il suffit, en effet, de mélanger sur un porte-objet quelques gouttes d'une solution concentrée de carbonate de sodium avec une solution concentrée de sulfate de sodium et d'évaporer la liqueur à chaux pour obtenir des cristaux microscopiques de hauksite affectant, tantôt la forme d'étoiles, tantôt celle de tables ou de pyramides hexagonales d'une régularité parfaite. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur quelques roches asphaltiques et sur l'origine de l'asphalte.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

» Ayant eu l'occasion d'étudier un grand nombre de roches plus ou moins imprégnés d'asphalte et, en particulier, des échantillons provenant de Travers, dans le Jura de Neuchâtel, j'ai dû me préoccuper de trouver un procédé de dosage qui fût à la fois rapide et exact. Je crois l'avoir trouvé dans l'emploi du sulfure de carbone, qui jouit, à l'égard de l'asphalte, de propriétés dissolvantes remarquables. Ce réactif, qu'on paraît n'avoir pas employé jusqu'ici à cet usage spécial, amène la décoloration complète des roches asphaltiques de Travers, et le résidu ne donne plus par la chaleur que des traces insignifiantes de matières bitumineuses. L'évaporation de la solution procure de l'asphalte pur qui s'est montré identique à celui de Lobsann, dont Boussingault a fait une analyse qui doit toujours être considérée comme un modèle [1].

» Pour réaliser un dosage, je pèse 10^{gr} de la roche, finement pulvérisée, et je les abandonne pendant vingt-quatre heures dans un flacon bouché contenant 50^{cc} de sulfure de carbone. Le liquide, après agitation, est ensuite filtré sur de l'amiante, dans un entonnoir bouché. On lave la poussière de roche avec 10^{cc} de sulfure qu'on jette sur le

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 1re série, t. LXIV, p. 141; 1887.

filtre et l'on recommence jusqu'à ce que le liquide passe incolore; dès le second lavage, ce résultat est ordinairement atteint. La solution, recueillie d'abord dans un flacon, est versée dans une capsule de porcelaine, tarée et évaporée à l'air : une simple pesée termine l'analyse.

» Des vérifications nombreuses ont donné des résultats tout à fait concordants et j'ai pu suivre dans l'épaisseur des roches les variations de l'imprégnation qui semblent intéressantes au point de vue de la théorie.

» Des expériences m'ont permis de réaliser, avec les solutions d'asphalte dans le pétrole, l'imprégnation artificielle de roches très variées qui ont été, ensuite, taillées en lames minces et comparées aux calcaires de Travers. Les veinules de bitume affectent, dans les deux cas, la même disposition et la ressemblance a été complète avec le calcaire grossier de Gentilly qui, comme l'Urgonien de Suisse, est pétri de Foraminifères.

» Enfin, grâce à la facilité avec laquelle le sulfure de carbone dissout l'asphalte, j'ai pu reconnaître, avec certitude, qu'une foule de roches qualifiées vulgairement de *bitumineuses* ne contiennent, en réalité, aucune trace de bitume, quels que soient les hydrocarbures que puisse engendrer leur distillation. C'est le cas pour des calcaires carbonifères, tels que celui de Namur (Belgique), renfermant des coquilles et que signalent leur couleur très noire et l'odeur fétide qu'y développe le choc. Des schistes dits *bitumineux* et, par exemple, ceux d'Autun, bien que procurant de l'huile minérale par la distillation, nous ont donné les mêmes résultats négatifs et doivent être considérés comme ne renfermant pas non plus d'asphalte. Les divers combustibles minéraux d'origine végétale, comme les houilles et les bogheads, sont dans le même cas : le sulfure de carbone ne leur emprunte que des quantités extrêmement faibles d'éléments solubles, qui ne sont pas identiques à l'asphalte. Enfin, il en est encore de même pour les roches singulières où l'on trouve, avec des fossiles, des minéraux filoniens et qui donnent des matières hydrocarbonées par la distillation. Le cinabre d'Idria ne fournit rien; le schiste cuprifère de Mansfeld, célèbre par l'abondance de ses poissons, cède un peu de matière brunâtre mais qui n'est pas identique au vrai asphalte. La roche noire qui sert de gangue aux émeraudes de Muro se comporte de même.

» Ces expériences analytiques acquièrent toute leur valeur par la comparaison de leurs résultats, constamment négatifs, avec le fait de la présence, sans exception, de la matière asphaltique dans toutes les roches bitumineuses d'origine profonde, telles que celles de Pont-du-Château et du Puy-de-la-Poix, en Auvergne; les *kires* du bassin de la mer Morte, du Canada, de Madagascar; les grès fossiles (*ozocérite*) de Galicie, et bien

d'autres. Elles ont aussi de l'intérêt en montrant qu'on n'est pas autorisé à voir dans l'asphalte, comme on l'a fait si souvent, un produit de la décomposition souterraine de corps organiques, animaux ou végétaux. Les calcaires, les schistes, les grès, où des plantes ou des animaux se sont décomposés et qui sont chargés de matières organiques, charbonneuses, convertibles en *huile de schiste*, par distillation, ne cèdent rien ou presque rien au sulfure de carbone; la conclusion, c'est que le bitume résulte de réactions purement minérales, dont le type est la double décomposition qui prend naissance entre les carbures métalliques et l'eau (1). »

GÉOLOGIE. — *Sur les caractères identiques du phosphate riche dans les bassins de Paris et de Londres et sur l'âge tertiaire de ce dépôt.* Note de M. **N. de Mercey**, présentée par M. Michel Lévy.

« Le phosphate riche se présente dans le bassin de Paris comme produit par l'enrichissement des parties de la craie phosphatée à *Belemnites quadratus* atteintes, au début de l'époque tertiaire, par le dépôt qui a été désigné sous le nom de *bief;* c'est là un fait que j'ai essayé de démontrer (2).

» Depuis, j'ai pu constater qu'il en était tout à fait de même dans le bassin de Londres (3). En examinant le gîte de craie phosphatée à *Belemnites quadratus* indiqué par M. Strahan (4), à Taplow, et que j'avais raccordé aux gîtes français, j'ai trouvé du phosphate riche dosant 30 pour 100 d'acide phosphorique ou 65,40 pour 100 de phosphate de chaux.

» Ce phosphate s'est présenté sur un point où la craie phosphatée avait été atteinte par le dépôt formant la base du Tertiaire et qui appartient aux couches de Reading.

» Le phosphate riche, à l'état de sable de couleur chamois clair, occupe une poche de $3^{m},50$ de profondeur, dont la partie centrale est remplie par le dépôt tertiaire formé par un sable quartzeux argileux, rougeâtre, aggluginé, avec petit silex en fragments ou arrondis, et s'arrêtant à $1^{m},50$ du

(1) Stanislas Meunier, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXVII, p. 541; 1878.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XIX, p. 867 et suiv.; 1891.

(3) *Geol. Magaz.*, new. ser, Dec. IV, t. III, p. 342; 1896.

(4) *Quart. Journ. geol. Soc.*, t. XLVII; p. 356; 1891.

fond de la poche présentant à cette hauteur 1^{m} de diamètre et totalement remplie par le sable riche.

» Ce sable phosphaté résulte évidemment d'un enrichissement intensif de la craie phosphatée, enrichissement dans lequel la séparation mécanique des grains de phosphate a été complétée par une action chimique très marquée.

» On sait qu'il n'est guère possible d'enrichir, par le traitement mécanique, la craie phosphatée à plus de 50 à 55 pour 100 de phosphate de chaux. Des grains bruns de phosphate soigneusement séparés de la craie de Taplow n'ont donné qu'un titre en phosphate de chaux de 50,6 pour 100 [1]. L'enrichissement naturel et attribuable exclusivement à une action chimique a donc atteint à Taplow 14,80 pour 100.

» Il est également bien certain que cet enrichissement s'est produit au début du Tertiaire, lors de la formation du dépôt qui en occupe la base, et là seulement où la craie phosphatée s'est trouvée atteinte.

» Les caractères présentés par le phosphate riche sont donc identiques dans les bassins de Paris et de Londres; ils permettent de conclure que ce dépôt résulte d'un enrichissement de la craie phosphatée dû à des actions mécaniques et chimiques dont la date doit faire attribuer la production du phosphate riche au commencement de l'âge tertiaire. »

GÉOLOGIE. — *Documents pour servir à l'étude geologique des environs de Luang Prabang (Cochinchine).* Note de M. **Counillon**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Cette Note est le résultat des observations faites en collaboration avec M. Massie, pendant notre séjour à Luang Prabang, comme membres de la mission Pavie.

» Luang Prabang est situé sur la rive gauche du Mékong par 99°45′ de longitude est et 19°54′20″ de latitude nord. (Voir le croquis ci-après.) La région étudiée se trouve sur la rive droite du fleuve en face de cette ville; elle comprend le petit bassin du N. Chane, un de ses affluents.

» La vallée de cette rivière est séparée au sud-est par le P. Tao et le P. Nang du thalweg du Mékong; elle est limitée au nord-ouest par le P. Say.

» Si nous envisageons l'ensemble des terrains contenus dans ce bassin,

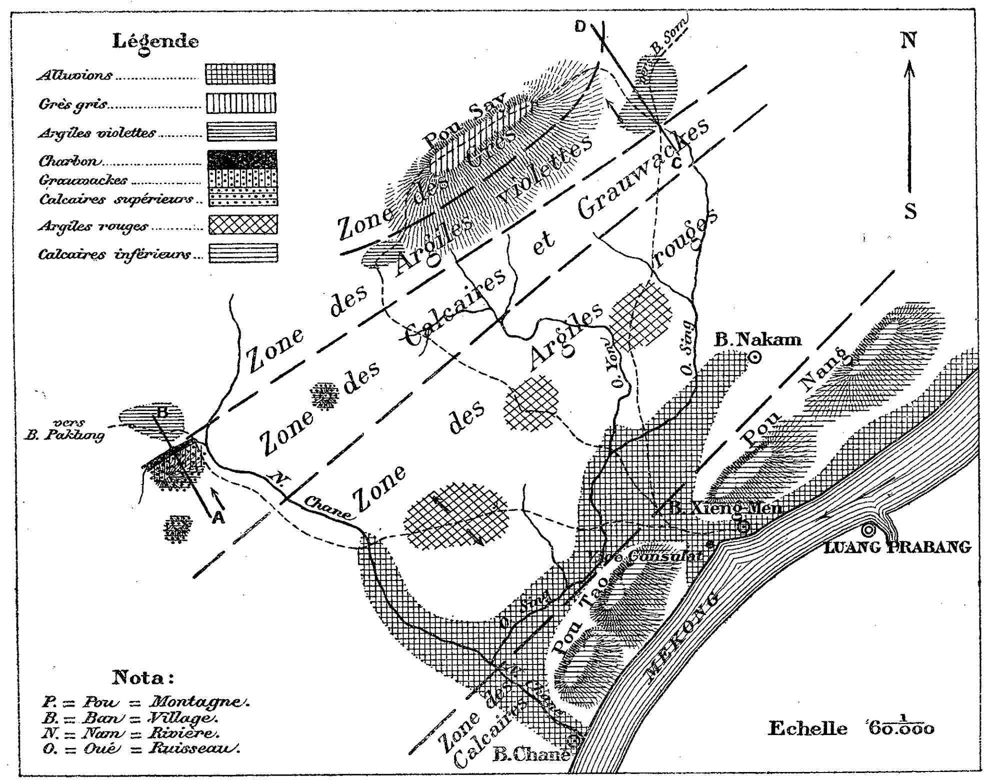
---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc.*, t. XLVII, p. 358; 1891.

nous trouvons une série de zones qui sont, en partant du Mékong et en allant du sud-est au nord-ouest :

» 1. *Zone des calcaires* (*Pou Tao et Pou Nang*). — La roche est grisâtre; les bancs sont sensiblement horizontaux et contiennent des fossiles appartenant aux genres *Spiriferina, Rynchonella, Lima?, Avicula.*

» Une bande d'alluvions récentes sépare ces calcaires de la zone suivante.



Croquis géologique des environs de Luang Prabang.

» 2. *Zone des argiles rouges.* — La roche est rouge, légèrement violacée, très dure. On observe entre l'O. Sing et le N. Chane un plissement très net dans ces argiles; le plongement, qui était d'abord sud-est, devient nord-ouest.

» Les fossiles sont rares dans cette formation; on y trouve, cependant, quelques débris de Reptiles de grande taille.

» Nous n'avons pu observer le contact entre les argiles rouges et les calcaires et grauwackes.

» 3. *Zone des calcaires et grauwackes.* — Le calcaire qui se trouve à la base est peu fossilifère; les grauwackes qui lui sont superposées se divisent en une série de bancs contenant de nombreux fossiles, en particulier, des végétaux. Suivant AB, on peut relever la coupe suivante, sur 80^{m} environ d'épaisseur (couches inclinées de 30° vers le nord-ouest) :

» 1° Calcaires (épaisseur indéterminée);

» 2° Grauwackes versicolores avec empreintes de plantes : *Voltzia*, (?) *Pterophyllum;*

» 3° Grauwackes jaunes à nombreuses empreintes de *Productidæ,* petites formes géniculées et ornées d'épines;

» 4° Grauwackes lie de vin avec empreintes de *Murchisonia;*

» 5° Grauwackes bleuâtres : Moules de Gastéropodes et d'Acéphales, Pecten;

» 6° Grauwackes jaunes;

» 7° Charbon (1^{m} environ).

» 4. *Zone des argiles violettes.* — On trouve d'abord (ligne CD de la Carte) un banc calcaire dont on ne peut déterminer l'inclinaison, puis une épaisseur de 50^{m} de terrains mal découverts, ensuite des couches inclinées de 30° vers le nord-ouest, dont la direction est sud-ouest nord-est. On peut relever dans ces dernières couches la succession suivante :

» 1° Poudingues à pâte violacée et grenue, contenant des galets siliceux rougeâtres et des cailloux roulés de calcaires grisâtres; le calcaire renferme des *Productus* à ornements réticulés paraissant se rapporter au *Pr. subcostatus* Waagen, espèce de la partie moyenne des calcaires à *Productus* du Salt Range. Ces galets renferment aussi de nombreux articles de tiges d'encrines, des Polypiers (*Lonsdaleia*) et des Foraminifères (*Schwagerina*). Ce poudingue forme deux bancs séparés par un lit de grès de quelques centimètres d'épaisseur, en tout 3^{m}.

» 2° Argiles violettes, avec débris de reptiles et nodules de malachite, 60^{m}.

» 3° Argiles blanches, $0^{m},50$.

» 4° Argiles violettes, 15^{m}.

» 5° Argiles blanches, $0^{m},50$.

» 6° Argiles violettes, 50^{m}.

» 7° Argiles jaunes, avec troncs d'arbres silicifiés, à axe perpendiculaire au plan des strates, 1^{m}.

» 8° Argiles violettes avec filon d'azurite, 7^{m}.

» 9° Grès verts à ossements de reptiles, $0^{m},50$.

» J'ai recueilli dans cette dernière couche une portion antérieure de crâne de Dicynodonte, dont je dois la détermination à M. le professeur Vasseur qui m'a secondé, ainsi que M. le Dr Répelin, dans la détermination de mes fossiles (1).

(1) La détermination des fossiles signalés dans cette Note, d'après l'étude des

» 5. *Zone des grès grisâtres.* — Cette dernière zone est séparée des argiles violettes par une épaisseur de près de 500^m de terrains mal visibles. Les grès, très durs, couronnent le sommet du Pou Say.

» Les observations qui précèdent démontrent :

» 1° L'existence, dans le voisinage de la région étudiée, de calcaires à *Productus* et à *Schwagerina* qui trouveront leur équivalent dans les couches de Moulmein (Birmanie) ou dans l'un des termes de la série du Salt Range et peut-être dans les calcaires de Sumatra;

» 2° La présence, au nord-ouest de Luang Prabang, d'un système d'argiles rouges, calcaires et grauwackes appartenant au terrain permien et vraisemblablement assimilables à la partie supérieure du Ranigung group (Inde);

» 3° L'existence d'une formation d'argiles violettes et grès débutant par un poudingue et renfermant des restes de Dicynodontes. Jusqu'à présent ces Reptiles n'avaient été signalés que dans les formations du sud-ouest de l'Afrique (formation de Karoo), de l'Inde (couches de Panchet) et à Elgin en Écosse. Il est naturel de considérer cette formation comme constituant dans le Laos la base du Trias.

» Quant au calcaire de Luang Prabang, bien que nous le croyions inférieur aux argiles rouges, il ne nous est pas possible d'en déterminer l'âge en raison du peu de documents stratigraphiques et paléontologiques que nous possédons à son sujet. »

HYDROLOGIE. — *Sur la Foiba de Pisino (Istrie).* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La *Foiba* ou *Buco* (gouffre) de Pisino, au centre de l'Istrie, est une des plus remarquables *pertes de rivières* du Karst autrichien.

» Après 22^{km} de cours aérien, le torrent, au régime très capricieux, de la *Foiba* disparaît subitement, par 190^m d'altitude, dans une caverne; cet engloutissement s'opère au fond d'un hémicycle de rochers à pic, dont le rebord porte la ville de Pisino, et qui sont élevés de 100^m en moyenne (80^m du côté nord-est, sous la terrasse du château ; 130^m du côté sud-ouest, sous la route de Parenzo).

échantillons recueillis dans mes explorations, a été faite au Laboratoire de la Faculté des Sciences de Marseille.

» Le 25 septembre 1893, jour où le torrent était presque à sec [1], j'avais pu, avec le concours de M. Putick, ingénieur des eaux et forêts à Laibach (Carniole), explorer l'intérieur, jusqu'alors inconnu, de la caverne. Nous avions reconnu qu'elle se composait : 1° d'une galerie, longue de 100^{m}, large de 3^{m} à 15^{m}, haute de 6^{m} à 15^{m}, pratiquée aux dépens des diaclases ou fissures verticales naturelles de la roche; 2° d'une vaste salle ovale, haute de 12^{m}, occupée par un lac long de 80^{m}, large de 10^{m} à 30^{m} et profond de 13^{m},50, au point le plus creux [2]. De toutes parts, ce lac était clos par des parois rocheuses plongeant dans l'eau. Celle-ci, sans issue apparente, ne pouvait donc continuer sa route souterraine que par un siphon à orifice invisible : et il était impossible de vérifier si, comme on le prétend, la rivière absorbée dans le gouffre de la Foiba se dirige bien vers le golfe appelée *canal de Leme*, à 20^{km} au sud-ouest, sur la côte Adriatique de l'Istrie.

» Les gens de Pisino et plusieurs savants de Trieste affirmaient d'ailleurs que, après les pluies abondantes, on voyait parfois l'eau s'élever jusqu'à 40^{m} de hauteur, à l'extérieur de la caverne, le long des falaises du gouffre, transformant ainsi en lac, et sur une grande étendue, toute la vallée d'amont. Ce renseignement donnait à croire que la section du siphon souterrain doit être fort restreinte, puisque le lac temporaire mettait, ajoutait-on, trois ou quatre jours à se vider.

» Le 15 octobre 1896, j'ai eu la bonne fortune de constater moi-même, avec M. J. Marinitsch, de Trieste, l'exactitude du phénomène allégué : après plusieurs jours de pluies diluviennes et de sirocco [3], le Karst, autour de Trieste et en Istrie, était complètement *inondé;* toutes ses crevasses internes devaient être remplies d'eau, puisque la surface de ce plateau calcaire crétacé, infiltrable par excellence, était couverte d'étangs dans les dépressions toujours si sèches des *dolines*.

» A Pisino même, l'eau était montée, dans le gouffre de la Foiba, non pas à 40^{m}, mais à 50^{m} au-dessus du seuil d'entrée de la caverne, soit à la cote 240, à 30^{m} seulement au-dessous de la terrasse du château : mes relevés barométriques et les cinq photographies que j'ai prises à Pisino le

---

(1) On m'a affirmé sur place que jamais on ne l'avait vu aussi bas.

(2) Voir mes *Abîmes*, p.479.

(3) Le 14 octobre 1896, il est tombé à Trieste 154^{mm} de pluie en douze heures; sous l'action du sirocco, il y a eu une marée de plus de 1^{m} au fond de l'Adriatique, et le 15 octobre des gondoles ont vogué sur la place Saint-Marc, à Venise.

15 octobre en font foi. La rivière formait, jusqu'à 3^{km} de distance en amont, un lac de plusieurs hectomètres de largeur, tout à fait tranquille, profond de 50^{m} au-dessus de l'orifice de la caverne et de plus de 70^{m} (en tenant compte de la pente de la galerie intérieure) au-dessus du fond du lac souterrain, sur lequel nous avions navigué en bateau en 1893.

» La conclusion intéressante de cette observation formelle de 1896, c'est que l'eau, en temps de crues, peut arriver à exercer dans le siphon interne de la Foiba une pression de 7 atmosphères : il suffit d'énoncer ce chiffre et ce fait positifs pour démontrer, matériellement et sans commentaires, que la simple pression hydrostatique doit bien être considérée comme un important facteur d'élargissement dans les fissures où elle se trouve mise en pareille charge. L'écoulement du liquide sous plusieurs atmosphères, dans les rivières souterraines, a certainement contribué, concurremment avec l'érosion mécanique et la corrosion chimique, à l'agrandissement des cavernes, par décollement ou déchaussement des polyèdres de roches que délimitent les fentes naturelles du terrain. La dilatation de ces fentes a dû souvent résulter de la seule pression hydrostatique des eaux souterraines emprisonnées dans le sol. Et il est permis de croire que la caverne de la Foiba est destinée à s'agrandir et que son siphon actuel sera quelque jour défoncé et ouvert en galerie par cet effort hydraulique. »

M. **L. Mirinny** adresse une Note relative à l'heure universelle.

MM. **Luys** et **David** adressent, par l'entremise de M. Chauveau, des reproductions photographiques de décharges électriques.

La séance est levée à 4 heures et demie. **J. B.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 DÉCEMBRE 1896.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle. N° 12. 25 décembre 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Irlande et cavernes anglaises, par E. A. MARTEL. Paris, Ch. Delagrave, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, publiée sous la direction scientifique de M. P. SCHUTZENBERGER, Membre de l'Institut, Directeur au Collège de France, etc. N° 2. 10 décembre 1896. Paris, 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Observatoire royal de Belgique. Nouvelle série. Annales astronomiques. Tome VII. Bruxelles, Hayez, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Cornu.)

Notices astronomiques extraites de l'Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique pour 1896, par M. F. FOLIE, Directeur de l'Observatoire, Membre de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, etc. Bruxelles, Hayez, 1896; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Cornu.)

Une réaction en Astronomie. Où gît l'erreur fondamentale des formules de réduction rapportées à l'axe instantané, par M. F. FOLIE, Membre de l'Académie, Directeur de l'Observatoire royal de Belgique. 1 broch. in-8°. (Présentée par M. Cornu.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. le GÉNÉRAL SEBERT. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. PAUL VIEILLE, Ingénieur en chef des Poudres et Salpêtres. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Les Marsupiaux actuels et fossiles, par M. LAVOCAT, de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Lettres de Toulouse. Toulouse, Douladou re-Privat, 1896; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844. Tome quatre-vingt-sixième

(1re et 2e Partie). Nouvelle série. Paris, Imprimerie nationale, 1896; 2 vol. in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Décembre 1896. Paris, 1896; 1 fasc. in-8°.

Quelques tableaux de réduction pour les mesures photogrammétriques des nuages, par M. J. Westmann. Upsala, E. Berling, 1896; 1 broch. in-8°.

Archives italiennes de Biologie. Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso, Professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXVI, fasc. I et II. Turin, Hermann Lœscher, 1896; 2 vol. in-8°.

Description des Échinodermes tertiaires du Portugal, par P. de Loriol. Lisbonne, 1896; 1 vol. in-4°.

The collected mathematical papers of Arthur Cayley, *Sc. D., F. R. S.*, late sadlerian Professor of pure mathematics in the University of Cambridge. Vol. XI. Cambridge, 1896; 1 vol. in-4°.

FIN DU TOME CENT VINGT-TROISIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1896.

TABLE DES MATIERES DU TOME CXXIII.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

V

W

Y

Z

TABLE DES AUTEURS

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
23634 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.